This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

6000446358

E.BIBL.RADCL.

1982 e. 2/7

6000446358

E. BIBL. RADCL.

1982 e. 2/7

6000446358

E. BIBL. RADCL.

1982 e. 2/7

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches

Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Brandes. Gmelin. Horner. Muncke. Pfaff.

Vierter Band.

Zweite Abtheilung.

G.

Mit Kupfertafeln X bis XVIII.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1828.

Physikalisches Wörterbuch

IV. Band.

Zweite Abtheilung.

G.

Gährung.

Fermentatio; fermentation; *fermentation.* Unter Gährung im weitesten Sinne versteht man die S. 3. dieses Bandes beschriebene Selbstentmischung der organischen Materien überhaupt, weſshalb die Fäulniſs bisweilen faulige Gährung genannt wird. Gährung im engeren Sinne jedoch begreift nur diejenigen Arten der freiwilligen Zersetzung, bei welchen einige vorzüglich nutzbare Producte hervorgehen. Hierher rechnet man 1. die *weinige* oder *geistige Gährung,* bei welcher verschiedene in einer wässerigen Lösung befindliche Arten von Zucker bei Gegenwart von einer kleberartigen Materie, dem Gährungsstoffe, und bei einer Temperatur von 10 bis 20° C. veranlaſst werden, sich in Kohlensäure, die sich als Gas entwickelt, und im Weingeist, welcher gröſstentheils in der Flüssigkeit bleibt, zu zersetzen. Auch die Brodgährung ist hierher zu zählen. 2. Die *saure*, oder *Essig-Gährung*, mittelst welcher der mit Wasser verdünnte Weingeist, bei Gegenwart eines ähnlichen Gährungsstoffs bei Zutritt von Luft und bei einer Wärme von 15 bis 30° C. unter Absorption von Sauerstoffgas und Entwickelung von Kohlensäure in Essigsäure verwandelt wird. 3. Unter *Zucker-Gährung* kann man die, ohne Kohlensäurebildung erfolgende Umwandlung von Stärkemehl in Zucker verstehen, welche bei der Darstellung des Biers und Fruchtbranntweins der weinigen Gährung vorausgeht. *G.*

Galaktometer.

Minder richtig **Lactometer**, Milchmesser (von *γάλα*, alt *γάλαξ* Milch und *μέτρον* Maſs), ein einfaches Werkzeug, um die Güte oder den Fettgehalt der Milch zu messen. Es besteht aus einigen Röhren (oder nach Johnson nur aus einer Röhre auf einem Piedestal[1] 1,5 bis 2 Z. weit und 11 Z. hoch,

1 Ann. of Phil. X. 304.

welche am untern Ende verschlossen und neben einander in ei
Bret gestellt werden. In der Höhe von 10 Z. sind herabwär
3 Z. von 0 anfangend in Zehntel-Zolle getheilt, so dafs also jed
auf das Glas geätzte oder geschnittene Abtheilung 0,01 Z. be
greift. In diesen Röhren werden die verschiedenen zu prüfen
den Milchsorten frisch und bei gleicher Temperatur gegosse
so dafs sie bis 0 reichen, und ruhig stehen gelassen, wora
sich die Fettigkeit absondert, und die Abtheilung, bis zu we
cher dieselbe reicht, giebt die Procente derselben in der Mil
an[1]. Der Apparat ist kein eigentlich physikalischer, und m
daher hier nur deswegen kurz erwähnt werden, weil seine Co
struction auf das hydrostatische Gesetz des Standes ungle
schwerer Flüssigkeiten gegründet ist. *M.*

Galvanismus.

Galvanismus; Galvanisme; ***Galvanism.*** Unter G
vanismus im weitesten Sinne des Wortes versteht man den I
begriff aller Erscheinungen, welche von der Erregung d
Elektricität durch blofse wechselseitige ***Berührung*** der Kör
unter sich bei mannigfaltig möglicher Abänderung ihrer Ane
anderreihung abhängen, und sich auf diese Erregung theils
Bedingungen und Ursachen, theils als Folgen beziehen. Na
Verschiedenheit der Eigenschaften und Kräfte der Körper, w
che theils zur Erregung der E. durch blofse Berührung beit
gen, theils mit der auf diese Weise (galvanisch) erregten E.
Wechselwirkung treten, so wie nach der verschiedenen Art
Aneinanderreihung der Körper, sind diese Erscheinungen hö
mannigfaltig, und umfassen das ganze Gebiet der Natur. I
besondere sind alle Modificationen der elektrischen und mag
tischen Erscheinungen, die ganze Mannigfaltigkeit des che
schen Processes, und die Lebensthätigkeit erregbarer Organe
diesen Kreis mit eingeschlossen.

In ihrem ersten Auftreten bezeichnete man diese Ersch
nungen mit dem Namen der ***thierischen*** und ***animalischen E***
tricität (da man die zuerst bekannt gewordenen irriger W
von einer dem Thiere eigenthümlichen E. ableitete) oder a
der ***metallischen Elektricität***, ein unpassender Ausdruck,

1 Journ. of Sc. and the Arts. III. 393.

auch ohne alle Mitwirkung von Metallen diese Erscheinungen hervorgerufen werden können. Angemessener werden sie durch die Benennung: Erscheinungen der *Berührungs-* oder *Contact-Elektricität* bezeichnet. Die Erscheinungen des *verstärkten Galvanismus* oder der mehrfachen Kette haben manche, da ihre Entdeckung das Verdienst des berühmten VOLTA, so wie die der einfachen Kette des Italieners ALOYSIUS (Ludwig) GALVANI ist, nach dessen Namen die Hauptbenennung geformt ist, durch den Ausdruck *Voltaismus* unterschieden, so wie man dann auch die Ausdrücke von *Galvanischer* oder *Volta'scher Elektricität* zur Bezeichnung jener durch bloſse Berührung erregten E. gebraucht hat, besonders in einem Zeitpuncte, in welchem die Ueberzeugung von der Identität derselben mit der gewöhnlichen Elektricität noch nicht allgemein war, und selbst ein galvanisches Fluidum als ein ganz eigenthümliches noch seine Rolle spielte. Das Adjectivum *galvanisch* ist auf ähnliche Weise zur Bezeichnung gewisser Hauptverhältnisse, die hier in Betracht kommen, benutzt worden. So versteht man unter *galvanischer Action* die Thätigkeit der durch bloſse Berührung der Körper unter sich erregten E. mit allen ihren mannigfaltig modificirten Folgen; unter *galvanischem Reize*, der auch wohl uneigentlich *Metallreiz* genannt wurde, die Einwirkung der galvanischen Action auf erregbare Individuen und ihre Organe, welche davon nach vitalen Gesetzen afficirt werden, und durch *galvanisiren* bezeichnet man endlich das in Thätigkeit setzen der E. auf jene eigenthümliche Weise zur Hervorbringung der mannigfaltigen Erscheinungen, die davon abhängen, besonders zur Reizung erregbare Organe.

Eine groſse Classe von galvanischen Erscheinungen, nämlich die magnetischen, welche durch die galvanisch erregte E. hervorgebracht werden, ist bereits unter dem Artikel *Elektromagnetismus*[1] abgehandelt worden. Demungeachtet bleibt noch eine aufserordentliche Masse von interessanten Thatsachen übrig. Ich hoffe am besten für die Uebersicht und Deutlichkeit gesorgt zu haben, wenn ich erst eine kurze historische Uebersicht der Entdeckungen vorausschicke, dann sowohl die Erscheinungen des einfachen als des verstärkten Galvanismus in systematischer Hinsicht abhandle, und am Ende die wichtig-

1 S. Bd. III. S. 472.

sten Theorien dieser Erscheinungen darstelle und kritisch prüfe. Um jedoch diesen Artikel nicht zu sehr zu überladen, werde ich der umständlichen Beschreibung der Apparate, durch welche der verstärkte Galvanismus erhalten wird, so wie der von ihnen abhängigen Erscheinungen einen eigenen Artikel: *Säule, Volta'sche*, widmen.

Geschichte des Galvanismus.

So mannigfaltig auch die galvanischen Erscheinungen sind, und so vielfach sie immerfort im stillen Haushalte der Natur vor sich gehen, so blieben sie doch den Naturforschern bis auf die neuesten Zeiten verborgen, vorzüglich darum, weil sie unter den gewöhnlich im Naturlaufe vorkommenden Bedingungen nur durch ihr Product in längerer Zeit auffallend werden, und dieses Product an und für sich von denjenigen nicht verschieden ist, welche man von bereits bekannten, vorzüglich chemischen, Kräften abzuleiten gewohnt war. Die erste im engern Sinne galvanische Erscheinung die aus den bekannten Eigenschaften der Körper nicht zu erklären, und eben darum geeignet war, die Naturforscher auf die Spur dieser grofsen Naturthätigkeit zu leiten, findet sich von J. G. Sulzer angeführt. Zur Unterstützung einer von ihm in seiner Theorie der angenehmen und unangenehmen Empfindungen[1] aufgestellten Hypothese, dafs auch die Geruchs- und Geschmacks-Nerven, um ihre Empfindungen zu erhalten, durch eine Folge von Schlägen (pulsations) afficirt werden, findet sich in einer Anmerkung zu S. 82. folgende merkwürdige Stelle: „diese Hypothese scheint durch eine ganz merkwürdige Erfahrung bestätigt zu werden. Wenn man zwei Stück Metall, ein bleiernes und ein silbernes, so mit einander vereinigt, dafs ihre Ränder eine Fläche ausmachen und man bringt sie an die Zunge, so wird man einen gewissen Geschmack daran merken, der dem Geschmacke des Eisenvitriols ziemlich nahe kommt, da doch jedes Stück be-

1 Diese Abh. ist in den Mém. de Berlin 1760 in franz. Sprache abgedruckt, aber auch unter obigem Titel in einer deutschen Uebersetzung erschienen. Berlin 1762. Vergl. Dessen vermischte Schriften zur Beförderung der schönen Wissenschaften und freien Künste 5ter Band und Göttinger Taschenkalender für 1794. 8. 186, wo diese Stelle zuerst der Vergessenheit entrissen worden ist.

sonders nicht die geringste Spur von diesem Geschmacke hat. Nun ist es nicht wahrscheinlich, dafs bei dieser Vereinigung der beiden Metalle von dem einen oder andern eine Auflösung vorgehe, und die aufgelösten Theile in die Zunge eindringen. Man mufs also schliefsen, dafs die Vereinigung dieser Metalle in einem von beiden oder in allen beiden eine zitternde Bewegung in ihren Theilchen verursache, und dafs diese zitternde Bewegung, welche nothwendig die Nerven der Zunge rege machen mufs, oberwähnten Geschmack hervorbringe." Indefs blieb dieser merkwürdige galvanische Geschmacksversuch, den VOLTA einige 30 Jahre später wieder anstellte und in seine gehörige Verknüpfung brachte, so wie der interessante Wink SULZER's ganz unbeachtet.

In der ersten Periode der galvanischen Entdeckungen hat man auch eine sonderbare Erfahrung des berühmten Arztes und Professors der Anatomie zu Neapel DR. COTUGNI hierher ziehen wollen, welche derselbe in einem Briefe vom 3. Oct. 1784 dem Ritter VIRENZIO mitgetheilt hatte [1]. Es hatte derselbe eine kleine Hausmaus mit dem Daumen und Zeigefinger an der Rückenhaut angefafst und mit dem Unterleibe aufwärts gehalten, um sie lebendig zu anatomiren. Kaum war ein Theil der Haut durchschnitten, als die Maus den Schwanz heftig gegen seinen dritten Finger bewegte, und ihm einen Stofs durch den ganzen Arm mit einem innern Zittern, Schmerz in der Schulter und Erschütterung des Kopfes beibrachte. Dieser Krampf hielt über eine Viertelstunde an und der Beobachter gesteht, dafs schon die Erinnerung daran ihm Abscheu erwecke. Diese isolirte Erfahrung bleibt immer schwierig zu erklären. Sie würde sich am unmittelbarsten an die Erscheinungen der el. Fische anschliefsen, wenn sonstige Erfahrungen etwas Aehnliches in der Classe der höheren Thieren nachgewiesen hätten. Immerhin wäre es möglich, dafs die von Todesangst ergriffene Maus ihren Schwanz mit solcher Heftigkeit (Geschwindigkeit) gegen die Finger des Beobachters bewegte, dafs die blofse mechanische Einwirkung, die vielleicht zufälliger Weise auf einen einzelnen Nervenzweig unmittelbar traf (wie dieses öfters bei dem Anstofsen mit dem Ellbogen eine so unangenehme

1 Goth. Magazin für das Neueste aus der Physik u. s. w. VIII. Bd. 3tes St. S. 121.

Empfindung hervorbringt) verbunden mit dem Unerwarteten, solche Wirkungen hervorzubringen im Stande war. Auf jeden Fall hat eine eigentlich galvanische Action keinen Theil daran gehabt.

Erst im Jahre 1790 bot ein günstiger Zufall die interessante Entdeckung, die die Wurzel dieser ganzen Lehre wurde, dem Italiener Ludwig Galvani, Professor der Anatomie zu Bologna dar, wie er selbst in der Schrift erzählt, in welcher er seine dadurch veranlafsten Versuche und Folgerungen bekannt machte[1]. Eines Abends, als Galvani in Gesellschaft einiger Freunde sich auf seinem Zimmer mit Versuchen beschäftigte, wollte es der Zufall, dafs mehrere enthäutete Frösche (die nach Alibert[2] eigentlich zu Brühen für Galvani's kranke Gattin bestimmt waren) auf einem Tische lagen, wo zugleich eine Elektrisirmaschine sich befand. Ohne etwas dadurch zu beabsichtigen, brachte ein Gehülfe die Spitze des Scalpells an die Crural-Nerven eines solchen Frosches, und sah mit Erstaunen, dafs in demselben Augenblicke die Schenkelmuskeln sich convulsivisch zusammenzogen. Ein anderer (oder wie Alibert und Sue[3] nach genauen Privatnachrichten angeben, Galvani's eigene Gattin, worauf auch ein zu Ehren dieser Entdeckung verfertigtes italienisches Sonnett hinweist) glaubte zu bemerken, dafs diese Zuckungen nur dann erfolgten, wenn in demselben Augenblicke aus dem vom Frosche ziemlich entfernten Conductor der Elektrisir-Maschine ein Funke ausgezogen wurde. Man (oder nach Alibert, Galvani's Gattin) eilte die seltsame Erscheinung Galvani (ihrem Gatten), der so eben das Zimmer verlassen hatte, zu hinterbringen. Er fand durch wiederholte Versuche diese Abhängigkeit der Zuckungen bei Berührung der Crural-Nerven mit der Messerspitze von dem Ausziehen des Funkens aus dem Conductor vollkommen bestätigt. Wäre Galvani damals mit den Gesetzen des el. Einflusses oder der Atmosphären-Wirkung und der Kraft der el. Strömung als eins der wirksamsten

1 A. Galvani de viribus el. in motu musculari commentarius. In Comm. Acad. Bononiensis VII. vom Jahre 1791, wieder gedruckt in einer Schrift seines Neffen Aldini Aloysi Galvani etc. Cum Joannis Aldini Dissertatione et notis. Mutinae 1792.

2 Éloge historique de Louis Galvani par J. L. Alibert p. 37.

3 Geschichte des Galvanismus nach Sue bearbeitet von Dr. J. C. L. Reinhold. Leipzig 1803. S. 8.

Nervenreize vorzüglich in Hervorbringung von Zuckungen, wie sie damals schon constirten, vollkommen bekannt gewesen, so würde das anscheinend Seltsame und Aufserordentliche der Erscheinung auch sogleich für ihn aufgehört haben, und die ferneren Versuche, die erst zu galvanischen Erscheinungen führten, würden dann schwerlich von ihm angestellt worden seyn. Man begreift nämlich leicht, dafs die Berührung der Nerven mit einem guten Leiter, wie einem Scalpell, in dem Augenblicke, wo der Funke aus dem Conductor ausgezogen wurde, und auch die Ursache aufhörte, welche vorher das el. Gleichgewicht gestört hatte, die Bedingung lieferte, unter welcher dieses Gleichgewicht durch schnelles Zuströmen der mit derjenigen des Conductors gleichnamigen und von ihm vorher zurückgestofsenen E. augenblicklich wieder hergestellt werden konnte, welches schnelle Ein- und Durchströmen von E. in den Nerven den wirksamen Reiz bildet. Glücklicher Weise bot sich Galvani diese Erklärung nicht dar; vielleicht auch darum nicht, weil er in diesen auffallenden Erscheinungen eine Bestätigung seiner Lieblingshypothese von einer den Thieren eigenthümlichen E. sah. Er verfolgte daher diese Versuche weiter, und prüfte unter andern auch den Einfluss der Luft-Elektricität auf die Erzeugung der Zuckungen in den Froschpräparaten. In dieser Absicht hatte Galvani mehrere zubereitete Froschextremitäten an dem eisernen Gitter eines Gärtchens aufgehangen; es erfolgte aber, so lange er auch wartete, kaum eine leiseste Zuckung. Des langen Harrens müde wog er die Kupferdrähte, welche durch das Rückenmark des Thieres getrieben waren, gegen das Gitter zurück, um vielleicht auf diese Art durch Zuführung der atmosphärischen E. durch dasselbe seinen Zweck zu erreichen, und in der That erhielt er nun starke Zusammenziehungen der Muskeln; die jedoch nach den übrigen Umständen zu schliefsen, mit den Veränderungen der atmosphärischen E. in keinem Verhältnifs zu stehen schienen. Um sich hiervon völlig zu überzeugen, wiederholte Galvani in einem wohl verschlossenen Zimmer zu verschiedenen Stunden des Tages dieselben Versuche, indem er das Froschpräparat auf eine eiserne Scheibe legte und den in das Rückenmark gesenkten Haken in Berührung damit brachte, wo dann bei jedesmaliger Berührung lebhafte Zusammenziehungen erfolgten. Diese, im eigentlichen Sinne galvanischen, Ver-

suche wurden nun noch weiter von ihm verfolgt und führten ihn zu seiner Hypothese einer eigenthümlichen thierischen E. der Muskeln, welche letztere er mit einer Leidener Flasche verglich, die durch den leitenden Bogen, durch welchen die Kette geschlossen wird, von deren Schliefsung das Eintreten der Zuckungen abhängt, entladen werde.

Man kann alle ferneren Entdeckungen, zu welchen Galvani auf diese Weise die Bahn gebrochen hatte, unter zwei Perioden bringen, nämlich diejenige von 1791—1800 oder die Periode des *einfachen Galvanismus*, und die Periode vom Jahre 1800 an, wo Volta seine wichtige Entdeckung des *verstärkten Galvanismus* oder der Säule bekannt machte. In dem ersten Zeitraume bezogen sich die Versuche fast ausschliefsend auf einfache galvanische Ketten, in welchen mit Nerven begabte Theile, insbesondere Muskeln kaltblütiger Thiere (Froschpräparate) als Glieder eingingen, und diese Theile dienten durch die sichtlichen Veränderungen, die sie erlitten, insbesondere die Muskeln durch ihre Zusammenziehungen als Reagenten für den Grad, die Art, und die Richtung der hierbei thätig werdenden Kraft, über deren eigentliches Wesen es jedoch in diesem ersten Zeitraume zu keiner völligen Einstimmigkeit unter den Physikern kam.

Es war zu erwarten, dafs die Entdeckung Galvani's ein sehr grofses Aufsehen erregen und überall zur Bestätigung durch wiederholte Versuche und weitere Ausbildung derselben auffordern würde. Unter seinen Landsleuten war es vor allen Alexander Volta, der gleich vom ersten Anfange an mit einem seltenen Scharfblicke in die verborgenen Tiefen dieser Erscheinung eindrang, als der geübteste Elektriker seiner Zeit ihre Beziehungen zu der allgemeinen E. richtig erkannte, und Galvani's Hypothese von einer *eigenthümlichen thierischen* E. schon in seiner ersten Abhandlung[1] bestritt. Diese Hypothese fand aber in den ersten Jahren noch eifrige Vertheidiger an einigen Landsleuten[2] Galvani's, namentlich an Carminati,

1 Memoria sull Ellettricita animale. Discorso recitato nel aula dell' Universita in occassione di una Promotione il die 5 Maggio 1792. Deutsch Alex. Volta's Schriften über die thierische Elektricität, herausgegeben von Dr. Mayer. Prag 1793.

2 Lettere sopra l'olettricita animale al Sign. Caval. Felice Fontana 1793.

Carradori, Euseb. Vallo[1], Aldini[2], und Galvani selbst trat in einer anonymen Schrift[3] von neuem zur Behauptung einer eigenthümlichen thierischen E. auf. Ein Hauptpunct in diesem Streite war nämlich, ob die Zuckungen auch ohne alle Mitwirkung der Metalle durch Schliefsung einer aus blofs thierischen Theilen bestehenden Kette in sich selbst erregt werden könnten, welches durch letztere Schrift, so wie durch Aldini's Versuche aufser allen Zweifel gesetzt wurde. Diese wichtige Thatsache diente Galvani's Theorie zur Hauptstütze, und sie wurde nebst noch andern Gründen für dieselbe zuletzt im Jahre 1797 von dem ersten Entdecker in einigen Briefen an den Abt Spallanzani gegen Volta's Ansichten geltend gemacht[4]. Indefsen wurden diese Gegengründe von Volta in Briefen an Aldini vom Jahre 1798 siegreich widerlegt[5] und dienten nur dazu, seiner sinnreichen el. Theorie von dem Vorgange in der galvanischen Kette, die er in mehreren auf einander folgenden Abhandlungen[6] in ein immer helleres Licht gesetzt hatte, gleichsam die letzte Vollendung zu ertheilen. Die wichtigste galvanische Entdeckung Volta's, die noch in diesen Zeitpunct fällt, ist die wirkliche Nachweisung der durch die Berührung der Metalle unter einander, so wie mit feuchten Körpern er-

1 Nach mehreren kleineren Abhandlungen erschien ein gröfseres Werk von demselben: Experiments on animal electricity with their application to physiology.

2 J. Aldini Dissert. duae Bononiae 1794.

3 Dell' Uso e dell' Attività dell' Arco Conduttore nelle contrazioni dei Muscoli. In Bologna 1794.

4 Memorie sull ellettricita animale di L. Galvani al celebre Abbate Lazaro Spallanzani. Aggiunte alcune sperienze di G. Aldini. Bologna 1797. 4. c. Fig.

5 In Brugnatelli's Annali di Chimica Tome XVI, und daraus übersetzt in Ritter's Beiträgen zur nähern Kenntnifs des Galvanismus. 2ter Band. 3tes und 4tes Stück. S. 3.

6 Sie finden sich in den Annali di Chimica von Brugnatelli vom Jahre 1794 an, und die wichtigsten sind drei Briefe an den Abt Vassalli, wovon die zwei ersten in Gren's neuem Journale der Physik Bd. II. 1795. S. 141 ff. und der dritte als Volta's Schriften an den Herrn Abt Vassalli über die thierische Elektricität, herausgegeben von Dr. Mayer. Prag 1796 erschienen sind, so wie zwei Briefe an Gren übersetzt in dessen Neuen Journal der Physik. III. 480. und IV. 107—130.

regten E., worüber mehrere an Gren gerichtete Briefe[1], so wie auch jene oben erwähnten Briefe an Aldini die ausführlichste Darstellung enthalten.

In *Deutschland* wurde die erste Nachricht von Galvani's wichtiger Entdeckung durch Dr. J. F. Ackermann in Mainz in der medicinisch-chirurgischen Zeitung mitgetheilt, und die ersten deutschen Aerzte und Physiker, welche die von ihnen über diesen Gegenstand angestellten Versuche, wodurch jedoch keine neuen Thatsachen oder Aufschlüsse gewonnen wurden, bekannt machten, waren C. C. Creve[2], Ed. Joh. Schmuck[3], Gren[4] und Reil[5]. Indem ich selbst gerade damals meine medicinische Inauguraldissertation auszuarbeiten hatte, so wählte ich diesen Gegenstand zum Thema derselben[6], und es mufs mir damals gelungen seyn, diesen Gegenstand in einer lichtvollen Ordnung darzustellen, da der Dissertation das Glück zu Theil wurde, sowohl in Gren's Journale der Physik, als auch in dem Supplementbande der zweiten Ausgabe dieses Wörterbuches übersetzt zu erscheinen. Meine vorzügliche Bemühung war dahin gerichtet, die allgemeinsten Bedingungen und Gesetze dieser neuen Erscheinungen aus den Versuchen anderer sowohl als meinen eigenen festzusetzen, und daraus die Ursache derselben, so wie die Wirkungsart dieser Ursache zu bestimmen. Ich erklärte mich schon damals für eine, von der Mitwirkung der thierischen Organe ganz unabhängige, nur durch die Wechselwirkung der Metalle und der Feuchtigkeit erregte E., kurz für Volta's Ansicht, so weit sie damals bekannt war, verfolgte diese ersten Untersuchungen noch weiter, und gab im Jahre 1795 ein gröfseres Werk heraus[7], in welchem

---

1 S. Brugnatelli Ann. di Chim. cet. Tom. XIII. und XIV. von den Jahren 1796 und 1797.

2 Beiträge zu Galvani's Versuchen über die Kräfte der thierischen Elektricität auf die Bewegung der Muskeln 1792.

3 Beiträge zur nähern Kenntnifs der thierischen Elektricität. Mannheim 1792.

4 Journal der Physik 1792. VI Bd. III Heft. S. 402. und VII Bd. III Heft. S. 323.

5 Ebend. VI Bd. III Heft. S. 411.

6 Dissertatio inaug. medica de Electricitate sic dicta animali. Auctore C. H. Pfaff. Stuttgardiae 1793.

7 Ueber thierische Elektricität und Reizbarkeit. Leipzig 1795.

alles, was damals über diesen Gegenstand bekannt geworden war, sich zusammengestellt findet. Eine noch umfassendere, viele neue Thatsachen enthaltende Schrift, erschien im Jahre 1797 von Alex. v. Humboldt [1]. In keiner Schrift sind die mannigfaltigen Abänderungen der galvanischen Ketten, in welche thierische Theile als Glieder eingehen, mit solcher Vollständigkeit abgehandelt, und alle Thatsachen in Rücksicht auf diese so genau festgesetzt, ohne dafs jedoch ein neuer wichtiger Schritt vorwärts dadurch gemacht worden wäre. Vielmehr wurde der berühmte Verfasser zu irrigen Schlüssen verleitet, indem er das diesen Erscheinungen zum Grunde liegende Agens als ein von der E. verschiedenes ganz eigenthümliches erklärte, das von den thierischen Theilen selbst ausgehe, und diese Erscheinungen als der Sphäre des Lebens selbst im engern Sinne angehörig betrachtete. Vorzüglich zu rühmen ist, in diesem Zeitpuncte unter den Deutschen J. W. Ritter, dessen erste Abhandlung über diesen Gegenstand vom Jahre 1797 herrührt [2], und dessen andere, im Jahre 1798 im Drucke erschienen, nächst den Schriften Volta's die bedeutendste auf dem damaligen Standpuncte dieser Entdeckung ist. Alle Abänderungen der Ketten sind in dieser Schrift unter ihre Hauptclassen geordnet, die allgemeinsten Gesetze für die Wirksamkeit und Unwirksamkeit derselben aufgestellt, und durch viele neue Erfahrungen ist der Beweis vollständig geführt, dafs in einer geschlossenen galvanischen Kette eine fortdauernde Thätigkeit von gleicher Art, als *diejenige*, die durch die Schliefsung eingeleitet werde, statt finde, ein Beweis, der sich vorzüglich auch auf die Entdeckung einer eigenthümlichen Modification der Reizbarkeit in den Muskeln stützte, welche selbst, oder deren Nerven, Glieder geschlossener Ketten bilden, eine Entdeckung, welche noch wichtige Früchte tragen kann, wenn sie von sorgsamen Händen gepflegt wird.

In *Frankreich* hat Galvani's Entdeckung in dieser ersten Periode kein besonderes Interesse eingeflöfst, wenigstens ist

1 Versuche über die gereizte Muskel- und Nerven-Faser nebst Vermuthungen über den galvanischen Proceſs des Lebens. 2 Bde. Posen und Berlin 1797.

2 Ueber den Galvanismus; in dessen phys. chem. Abhandl. 1806. I. Bd.

diese Lehre von den französischen Naturforschern nicht bereichert worden. Erst im Jahre 1798 wurde eine Commission des National-Instituts bestehend aus den Bürgern Coulomb, Sabathier, Pelletan, Charles, Fourcroy, Vauquelin, Guyton und Hallé niedergesetzt, welche einen ausführlichen Bericht[1] über die von ihr angestellten Versuche an das National-Institut abstattete, in welchem die wichtigsten Erscheinungen, die sich auf die Erregung von Muskelzusammenziehungen durch galvanische Ketten beziehen, abgehandelt sind, und der Einfluſs der abgeänderten Bedingungen vorzüglich unter den zwei Hauptrubriken des thierischen und des erregenden Bogens mit Klarheit entwickelt ist, ohne daſs jedoch zu den durch die Bemühungen der Naturforscher anderer Länder schon damals ausgemittelten Thatsachen etwas wesentlich Neues hinzugefügt worden wäre. Auch äuſserten die Commissarien über die eigentliche Ursache dieser Erscheinungen keine ganz entschiedene Meinung, woran vorzüglich der Umstand Schuld war, daſs Alex. v. Humboldt, der sich ihnen später beigesellt hatte, damals noch seiner Hypothese von einem eigenthümlichen galvanischen Agens und einer unmittelbaren Beziehung desselben auf die Lebenskraft ergeben war, und die Commissarien durch gewisse scheinbare Verschiedenheiten zwischen diesem Agens und der E., vorzüglich was das Leitungsverhältniſs der Körper für dasselbe betraf, dieser Hypothese geneigt machte. Auſser dieser Arbeit verdient nur noch Erwähnung Le Hot's Theorie[2] des einfachen Galvanismus gegründet, auf neue Versuche, die übrigens im Wesentlichen mit den von Volta schon früher vorgetragenen in Betreff der Circulation eines Fluidums in der galvanischen Kette, nach einer von der wechselseitigen Lage der Kettenglieder abhängigen Richtung übereinstimmt, in demjenigen Puncte aber, der ihre Eigenthümlichkeit ausmacht, daſs sich nämlich das galvanische Fluidum beim Durchgange der mit Armaturen versehenen Organe anhäufe, offenbar unrichtig ist. In gewisser Hinsicht gehört diese Abhandlung in den zweiten Zeitraum, da sie erst im Dec. 1800 im National-Institute vorgelesen worden war.

---

1 Uebersetzt in Ritter's Beiträgen zur näheren Kenntniſs des Galvanismus 1sten Bandes 1stes u. 2tes Stück. S. 1.

2 Aus den Ann. de Chim. Tome XXXVIII. in G. IX. 188.

In *England* wurde die neue Entdeckung zuerst durch zwei Briefe Alex. Volta's vom 13. Sept. und 25. Oct. an Tiberius Cavallo[1] bekannt, in welchen nicht blofs ein ausführlicher Auszug aus Galvani's Schrift mitgetheilt, sondern auch die Volta'sche Ansicht von der Bewegung der E. durch die eigenthümliche Einwirkung der Metalle dargelegt und auf die ihm eigenthümlichen neuen Versuche gestützt ist, unter welchen sich auch der Zungenversuch befindet. Die wichtigste Arbeit aus diesem Zeitpuncte von brittischen Gelehrten verdankt man Richard Fowler[2], der wie es scheint unabhängig von andern manche Verhältnisse der Kette entdeckte, namentlich die Empfindung eines Blitzes in den Augen, die Erregung des Herzens unter bestimmten Bedingungen, den Einfluss der Unterbindung der Nerven unter verschiedenen Umständen auf die *Entstehung* der Zuckungen in den Muskeln. Indefs wurde Fowler durch einige irrige Beobachtungen, namentlich dafs die Holzkohle kein Leiter der in der galvanischen Kette thätigen Kraft ist, so wie durch die falsche Deutung einiger anderer Versuche[3] zu dem Resultate geleitet, dafs die galvanische Influenz, wie er die hierbei thätige Kraft nennt, verschieden von der E. sey. Alex. Monro[4] kam durch wenigere aber sinnreich angestellte Versuche zu der Folgerung, dafs die in der galvanischen Kette in Bewegung gesetzte Flüssigkeit die gröfste Uebereinstimmung mit der E. habe und wohl einerlei mit dieser, die Nervenkraft selbst aber ganz verschieden davon sey, und dafs jene in der Kette in Bewegung gesetzte Flüssigkeit blofs als ein Reiz für dieselbe wirke und dadurch die Zuckungen hervorbringe. Ueber die Kraft, durch welche die el. Materie in Bewegung gesetzt werde, blieb er aber im Dunkeln, so wie er auch noch den Irrthum mit andern theilte, dafs in der geschlossenen Kette keine weitere Thätigkeit statt finde, sondern

1 Ph. Tr. for 1793. S. 1.

2 Experiments and observations relative to the Influence lately discovered by Mr. Galvani and commonly called animal Electricity. Edinb. and London. 1793. 8. ins Deutsche übersetzt. Leipz. 1796. 8.

3 Vergl. meine Schrift über thierische Elektricität und Reizbarkeit. S. 383.

4 Experiments on the nervous System übersetzt unter dem Titel: Alex. Monro's und Richard Fowler's Abhandlung über thierische Elektricität u. s. w. Leipzig 1796.

welche zugleich den vollständigsten Inductionsbeweis lieferten, dafs dieser Procefs ganz nach galvanischen Gesetzen erfolge, nach denselben Gesetzen nämlich, nach welchen die Muskelzusammenziehungen durch galvanische Ketten erregt werden.

So manche Dunkelheiten, welche dieses Gebiet von Erscheinungen bei so vielen mit unermüdetem Eifer fortgesetzten Forschungen immer noch verhüllten, insbesondere aber alle Ungewifsheit über die wahre Natur der hierbei thätigen Kraft wurden aber nun auf einmal zerstreut durch die glänzendste und folgereichste Entdeckung der neuern Physik, durch den grofsen Schritt, den Volta nach seiner eigenen Versicherung am Ende des Jahres 1799 gethan hatte, und wovon die erste öffentliche Nachricht in einem Briefe desselben aus Como vom 20. März 1800 an den Präsidenten der Königl. Societät in London enthalten ist[1], durch die Erfindung seiner Säule oder die Entdeckung des verstärkten Galvanismus. Wenn gleich Volta nirgend genau angegeben hat, wie er eigentlich auf diesen letzten Schritt geleitet worden ist, so lag es doch in dem Gange seiner Untersuchungen, dafs er ihn früher oder später thun mufste, und dafs unter den mannigfaltigen Combinationen, die sein Eifer der Untersuchung unterwarf, um den elektrischen Vorgang, den sein genialer Scharfsinn so frühe im Beginnen dieser Forschungen erkannt hatte, und die Gesetze desselben in ein immer helleres Licht zu setzen, früher oder später auch diejenige vorkommen mufste, die das Wesen seiner Säule bildet. In sofern kann man behaupten, dafs die grofse Entdeckung der Hauptsache nach dem Geiste angehört, der seine Ideen experimentirend prüft und verfolgt. Man findet nur in einer einzigen der in der ersten Periode erschienenen Schriften eine Art von Annäherung zu dieser Entdeckung, nämlich in dem Anhange zu Fowler's oben angeführter Schrift in einem Briefe Robison's: „Ich verschaffte mir," heifst es daselbst, „mehrere Stücke Zink von der Gröfse eines Schillings, und legte sie mit eben so vielen Schillingen abwechselnd auf einander in Form einer kleinen Geldrolle. Eine solche Vorrichtung, finde ich, vermehrt in einigen Fällen den Reiz beträchtlich, und ich erwarte von einem ähnlichen Verfahren eine noch gröfsere Ver-

1 On the Electricity excited by the mere contact of conducting Substances of different Kinds. Ph. Tr. for 1800. p. 402.

stärkung desselben. Bringt man die eine Seite von einem solchen Röllchen auf die Zunge, so dafs diese alle einzelnen Stücke davon berührt, so ist der Reiz sehr stark und unangenehm. CAVALLO[1] hob auch diese Beobachtung als eine vorzüglich merkwürdige in seiner Abhandlung von der thierischen E. hervor. Man sieht wohl, dass zur eigentlichen Säule die feuchten Zwischenleiter hier fehlten, und dafs die Verstärkung des Effects eigentlich nur von den vielen einzelnen Ketten, von denen nämlich jede durch ein Paar der Metallstücke, und den Theil der Zunge, der dasselbe berührte, gebildet wurde, abhing. Auch wurde dieser schon im Jahre 1793 gegebene Wink nicht weiter verfolgt.

In seiner ersten Abtheilung ertheilte VOLTA vorzüglich eine genaue Anweisung zur Construction seiner Säule, beschrieb auch eine Abänderung seines Apparats, den sogenannten Tassen-Apparat, liefs sich in ein sehr genaues Detail über die Erschütterungen und anderweitige Sensation ein, die von der Einwirkung desselben auf die verschiedenen Sinnesorgane abhängen, und erklärte alle diese Erscheinungen auf dieselbe Weise aus dem verstärkten el. Strome von einem Ende (Pole) der Säule zum andern durch den Körper hindurch, welcher eine leitende Verbindung zwischen diesen beiden Enden macht, wie schon früher die Erscheinungen der einfachen Kette. Die Anhäufung und Verstärkung der E. durch diesen neuen Apparat bewies er noch überdies durch den Condensator, mit dessen Hülfe er die E. seines Apparates in deutlichen Funken darstellte. Er ertheilte ihm daher auch den Namen eines elektromotorischen Apparats, und verglich ihn mit den el. Organen des Krampfrochens, bei denen er eine ähnliche Construction und Wirkungsart annahm. Von eigentlichen Funken unmittelbar aus der Säule, von Anziehungs- und Abstofsungserscheinungen, an den Polen und von den chemischen Wirkungen der Säule ist aber in dieser Abhandlung nicht die Rede. Diese letzteren wurden sogleich von den englischen Physikern, die zuerst VOLTA's Versuche wiederholten, beobachtet, insbesondere die so merkwürdige Wasserzersetzung zuerst von CARLISLE und zwar zufällig[2], als ein Tropfen Wasser auf die obere Platte gebracht

1 Vollst. Abh. 2ter Bd. S. 284.

2 S. Nicholson's Beschreibung u. s. w. in G. VI. 340.

worden, um der Berührung gewisser zu seyn, und die Schli
fsung durch den negativen Draht in diesem Tropfen gesch
wo sich dann um denselben ein Gas entwickelte, das sich dur
den Geruch als Wasserstoffgas zu erkennen gab und dann
weitern Versuchen führte; dann verschiedene andere chemisc
Wirkungen der Säule durch Cruikshank, Henry u. a. No
bemerkten die englischen Physiker zuerst den Funken der Vo
ta'schen Säule, namentlich Nicholson an einer Säule von 1
Kronenstücken und Zinkscheiben, deren Tuchscheiben m
Kochsalzauflösung getränkt waren, im Finstern und mit deu
lichem Knistern, Cruikshank an einer Säule von 40 bis 1
Plattenpaaren von Silber und Zink mit Salmiakscheiben sog
im Tageslichte vollkommen sichtbar, so wie auch eine deu
liche Einwirkung der Pole auf das Goldblattelektrometer ohn
Hülfe des Condensators. Auch in Deutschland wurde die Vol
ta'sche Säule unter den Händen J. W. Ritter's[1] sogleich ein
Quelle vieler interessanter Erfahrungen, namentlich auch i
Betreff der Wasserzersetzung, ohne dafs dem deutschen Physi
ker damals schon die Versuche der Engländer bekannt gewor
den waren[2], und auch ich selbst erinnere mich noch mit ei
nem eigenen Vergnügen des Zeitpunctes, als ich auf eine vo
dem aus England eben wieder auf dem Continente angekomme
nen Dr. Busch erhaltene Nachricht von Volta's wichtige
Entdeckung die erste Säule baute, und durch Hülfe eines Gold
blättchens den ersten Funken daraus zog, den Ritter in sei
ner ersten Reihe von Versuchen noch nicht hatte darstelle
können. Auch bemerkte ich zuerst die Anziehungserscheinun
gen an den Polen, und verfolgte durch eine Reihe von Versu
chen die Uebereinstimmung dieser sogenannten galvanische
E. mit der gewöhnlichen, vorzüglich in Rücksicht auf das Lei
tungsvermögen der Körper für dieselben[3]. Es würde zu wei
führen, wenn ich hier im Detail die besonderen Verdienste de
einzelnen Physiker, wie die einzelnen Entdeckungen und Er
findungen, wie sie nach der Reihe gemacht wurden, verfolge
wollte. Ich werde bei der näheren Darstellung der Erscheinun

1 Voigt's Magaz. II. 354.

2 Vergl. das Historische hierüber von Gilbert in dessen Ann. VI. 468.

3 G. VII. 247.

gen selbst Gelegenheit haben, manches in dieser Hinsicht nachzutragen, und begnüge mich daher blofs die wichtigsten Momente aus der Geschichte der weiteren Entwickelung hervorzuheben.

Im Jahr 1801 reisete VOLTA nach Paris, um den französischen Nationalinstitute einen vollständigen Bericht über seine Entdeckungen mitzutheilen. Der damalige erste Consul BUONAPARTE, selbst Mitglied jenes gelehrten Körpers, schenkte dieser Entdeckung seine vorzügliche Aufmerksamkeit, liefs eine Medaille zum Andenken derselben prägen, stiftete zu deren weiterer Beförderung zwei Preise, einen gröfseren für eine Hauptentdeckung und einen kleineren jährlich auszutheilenden, und dadurch wesentlich zur Belebung des Eifers der Physiker besonders auch in Frankreich, dem der Galvanismus bisher beinahe fremd geblieben war) zur Erweiterung dieser Lehre bei. Für die Bestätigung von VOLTA's Theorie, war die Vergleichung der Ladung sehr grofser el. Batterieen durch die wirksamsten Elektrisirmaschinen mit der Ladung derselben durch die Säule von einem besondern Interesse und VOLTA beauftragte mich selbst, als ich damals in Paris seine persönliche Bekanntschaft gemacht hatte, auf meiner Durchreise durch Haarlem VAN MARUM, dem in der Tayler'schen Stiftung alle Mittel zur Ausführung dieser Versuche zu Gebote standen, zu bewegen, dieselben gemeinschaftlich mit mir auszuführen, von deren Resultate ein ausführlicher Bericht damals im Druck erschien[1].

Ueber die chemischen Wirkungen der Säule wurde ein ganz neues Licht verbreitet durch eine meisterhafte Arbeit von H. DAVY[2], durch welche vorzüglich die Wanderung der Stoffe, und die Ansammlung derselben ihrer eigenthümlichen el. Natur gemäfs an den entsprechenden Polardrähten als die allgemeinste Thatsache erwiesen wurde, eine für die elektrochemische Theorie besonders wichtige Thatsache, die aber gleichzeitig mit H. DAVY und ganz unabhängig von diesem auch von BERZELIUS und HISINGER entdeckt worden war[3]. Eine sehr

1 G. XIII. 262.

2 Abhandlungen über einige chemische Wirkungen der Elektricität u. s. w. in Gehlen's Journ. d. Ch. Ph. und Min. V.

3 Aus deren Afhandlingar i Fisik u. s. w. Förata Delen. Stockholm 1806. übers. in G. XVII. 269.

wichtige neue Erfahrung über die Wirkung der einzelnen Metallplatten auf gefärbte Pflanzen-Papiere verdankt man dem Leibarzte Dr. JÄGER in Stuttgart[1], so wie auch eine zweite wichtige Thatsache, dafs nämlich eine Volta'sche Säule, deren feuchte Zwischenleiter durch Gold oder Silberscheiben mit vollkommenen trockenen Rande unterbrochen sind, keine Spur von chemischer Wirkung geben[2].

Im Jahr 1803 machte RITTER seine Versuche über die sogenannte Ladungssäule[3] bekannt, deren Eigenthümlichkeit sowohl als das für dieselbe von ihm aufgestellte Princip vorzüglich von VOLTA angefochten wurde. Die Bemühungen der Physiker waren in den ersten Jahren nach der Bekanntmachung der Säule vorzüglich auch auf die Verbesserung und Verstärkung dieses merkwürdigen el. Apparat's gerichtet, und unter den mannigfaltigen Vorrichtungen, die ausgeführt wurden, und die unter dem Namen der Trog-, Zellen-, Kasten-, Apparate u. s. w. bekannt geworden sind, verdient insbesondere HARE's *Calorimotor* erwähnt zu werden. Diese Bemühungen, die auch für die weitere Aufklärung der Theorie dieser Erscheinungen unternommen wurden, führten zu der sogenannten trockenen Volta'schen Säule, von welcher verschiedene Arten in Vorschlag gebracht wurden, von denen jedoch nur die von DE LÜC zuerst im Jahre 1810[4] beschriebene und von diesem Physiker als ein atmosphärisches Elektroskop empfohlene, diesen Namen verdient, die aber erst im Jahre 1814 mit einer kleinen Abänderung durch den Italiener ZAMBONI zu einer gröfseren Publicität gelangte[5], nach diesem auch den Namen der *Zamboni'schen Säule* erhielt, und zu vielen interessanten Verhandlungen, vorzüglich die Theorie der Säule betreffend, Veranlassung gab, an welche PARROT, JÄGER und v. YELIN[6] einen vorzüglich wichtigen Antheil hatten. Wichtiger für die Theorie

1 G. XI. 288.

2 Ebend. XXIII. 77.

3 Voigt's Magazin VI. 2tes Stück. S. 98.

4 In Nicholsons Journale Oct. 1810 und daraus in G. XLIX. 100.

5 Vgl. Einige historische Nachrichten über die trockenen el. Säulen der Herrn De Lüc und Zamboni in G. XLIX. 35.

6 In einer eigenen Schrift: Versuche und Beobachtungen zur näheren Kenntnifs der Zamboni'schen trockenen Säule 4. München 1820.

als diese uneigentlich sogenannte trockene Säule, wurde die von ZAMBONI zuerst entdeckte sogenannte *zweigliedrige Säule*[1], doch setzte allen diesen mannichfaltigen Arbeiten und Bemühungen im Jahre 1820 die Entdeckung des *Elektro-Magnetismus*, und im Jahre 1822 des *Thermo-Magnetismus* die Krone auf, von welchem ersteren bereits[2] ausführlich gehandelt ist, und von welchen letzteren noch unter einem besondern Artikel die Rede seyn wird[3].

II. Von der einfachen galvanischen Action oder dem einfachen unverstärkten Galvanismus.

A. Thatsachen.

AA. Von der einfachen galvanischen Action in ungeschlossenen Ketten. System der Erreger oder Leiter des Galvanismus und Spannungsreihen derselben.

1. Um die grofse Masse von Erscheinungen, die zum Galvanismus gerechnet werden, zu einer leichten systematischen Uebersicht zu bringen, scheint es am angemessensten, dieselben unter zwei Hauptabtheilungen abzuhandeln, wovon die erste die Erscheinungen des *einfachen Galvanismus* oder der *einfachen Kette*, die zweite die des *verstärkten Galvanismus* oder der *vervielfachten Kette* unter sich begreift. Alle Erscheinungen, die sich auf die homologe Wiederholung einer einfachen galvanischen Kette beziehen und von dieser abhängen, oder die Erscheinungen der sogenannten *galvanischen Batterie* oder der *Volta'schen Säule* machen den Gegenstand der zweiten Abtheilung aus, deren Element in der ersten Abtheilung als sogenannte einfache Kette im ungeschlossenen und geschlossenen Zustande betrachtet wird.

---

1 G. LX. 151.

2 S. Th. III. 473 ff.

3 Vgl. Dr. F. B. TROMMSDORFF Geschichte des Galvanismus oder der Galvanischen Elektricität vorzüglich in chemischer Hinsicht 2te unveränderte Auflage. Erfurt 1808; und Geschichte des Galvanismus nach Sue d. ä. frei bearbeitet von DR. JOH. CHRIST. LEOP. REINHOLD. In zwei Abtheilungen. Leipzig 8. 1803.

schiedener Oberfläche werden die Spannungen den Oberflächen umgekehrt proportional seyn, dem el. Werthe nach aber wird eben wegen dieser Proportionalität der Spannungs-Unterschied doch immer als der gleiche sich zeigen. Um ein gemeinschaftliches Mafs für alle Spannungs-Unterschiede, welche durch die Berührung je zweier Körper mit einander begründet werden, zu haben, wollen wir den Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Zink = 1 setzen. Da nun die positive Spannung ihrer Gröfse nach vollkommen gleich der negativen ist, wenn beide Körper isolirt, und übrigens in Gestalt und Gröfse der Oberfläche einander vollkommen gleich sind, so folgt in Beziehung auf diese Einheit von selbst, dafs unter den angegebenen Bedingungen die positive Spannung des Zinks durch $+\frac{1}{2}$, die negative des Kupfers durch $-\frac{1}{2}$ ausgedrückt werden mufs, wodurch indefs über die elektrometrische Gröfse dieser Spannung, verglichen mit irgend einer andern, noch nichts ausgesagt ist. Wird der eine von diesen beiden Körpern mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt, wodurch seine el. Spannung auf 0 herabsinkt, indem hierbei von der sehr geringen galvanischen Wirkung zwischen dem Erdboden (oder der blofsen Feuchtigkeit) und diesen Körpern abgesehen wird, so steigt die Spannung in dem andern auf das Doppelte von derjenigen welche er in dem ersten Falle zeigte, und zwar in dem einen die *positive*, in dem andern die *negative*, folglich in dem angenommenen Beispiele von $+\frac{1}{2}$ auf $+1$ in dem Zinke, und von $-\frac{1}{2}$ auf -1 in dem Kupfer, worin eben sich das Wesen der galvanischen Elektricitäts-Erregung, dafs sie ihre Grenze in einem *constanten Spannungsunterschiede* habe, ausspricht. Der Spannungs-Unterschied zwischen $+\frac{1}{2}$ und $-\frac{1}{2}$ ist nämlich gleich dem Spannungsunterschiede zwischen 0 und $+1$ und 0 und -1. Dasselbe gilt auch, wenn beide Körper durch anderweitige Mittheilung E. erhalten haben. Diese wird sich zwischen ihnen, sie sey positiv oder negativ, nach den Gesetzen, die für die Vertheilung der E. überhaupt gelten, austheilen, aber es wird in keinem Falle zu einer gleichförmigen Spannung kommen, sondern es wird in allen Fällen derselbe Unterschied in ihrer el. Spannung bleiben, den sie zeigen, wenn sie vor ihrer wechselseitigen Berührung sich im natürlichen el. Zustande befanden. Diese Erregung von freier E., oder diese Störung des natürlichen el. Gleichgewichts in Folge der Einwirkung he-

terogener Körper auf einander durch bloſse Berührung selbst derjenigen, die am stärksten auf einander wirken, ist indeſs so schwach, daſs sie auch durch die empfindlichsten Elektrometer für sich allein angewandt nicht darstellbar ist, aber mit Hülfe des Condensators, Collectors oder Duplicators[1] lassen sich diese schwachen Spuren so sehr verstärken, daſs eben durch diese Versuche das bisher entwickelte Grundgesetz für den Galvanismus in das hellste Licht gesetzt werden kann.

4. Am bequemsten und sichersten bedient man sich zu dem angegebenen Zwecke der Condensatoren, und zwar giebt es verschiedene Arten, die el. Erregung jener beiden, als Muster gewählten Körper, des Zinks und Kupfers im Folge ihrer wechselseitigen Berührung darzustellen. Die erste und wichtigste ist ohne allen Zweifel diejenige, wo alle Mitwirkung von Feuchtigkeit, selbst wenn es auch bloſs die des berührenden Fingers wäre, ausgeschlossen ist. Zu diesem Behuf bedient man sich eines Condensators, dessen beide Scheiben selbst aus jenen Metallen bestehen, wozu die Gröſse von etwa 3 Z. im Durchmesser eine angemessene ist. Schraubt man die eine Scheibe, z. B. die Zinkscheibe, auf ein Goldblattelektrometer, setzt die andere von Kupfer darauf, beide durch die dünne Schicht von Bernsteinfirniſs, womit sie überzogen sind, von einander getrennt[2], macht eine Verbindung zwischen beiden durch einen Metalldraht, gleichviel von welchem Metalle, wozu man also um den Fall so einfach als möglich zu machen, einen Kupferdraht nehmen kann, den man, um auch dem entferntesten Einwurfe zu begegnen, als habe Feuchtigkeit hierbei auf das Metall eingewirkt, nicht mit der Hand anfaſst, sondern mit einer isolirenden Handhabe z. B. einer Siegellackstange hält, und hebt nach vorheriger Entfernung des verbindenden Drahtes die obere Scheibe auf, so wird das Goldblattelektrometer einen bestimmten unveränderlichen Grad von positiver, und wenn die Kupferscheibe auf das Elektrometer aufgeschraubt war, einen gleichen Grad von negativer E. durch die Divergenz der

1 Die erste unwidersprechliche Nachweisung dieser Elektricitätserregung durch bloſse Berührung des Silbers und Zinks unter einander geschah von Volta mit Hülfe des Nicholson'schen Duplicators im Jahre 1796. S. Dessen Schreiben an Gren in Gren's N. Journ. der Physik. IV. 127.

2 Vergl. den Art. *Condensator*. Th. II. S. 230.

Goldblättchen anzeigen. Dafs gleichzeitig in der obern Pl
die entgegengesetzte E. von gleicher Spannung, wie in der
das Elektrometer aufgeschraubten Platte existirt, kann man au
unmittelbar dadurch erkennen, dafs man mit der aufgehoben
oberen Platte ein zweites, dem ersten soviel möglich gleich
Goldblattelektrometer berührt, an welchem man die gleic
Divergenz der Goldblättchen, aber von entgegensetzter E. h
rührend, beobachten wird. Man kann auch beide E. zu gl
cher Zeit an zwei Elektrometern erhalten, wenn man sich zwe
Condensatoren bedient, von denen der eine mit der Kupf
der andere mit der Zinkscheibe auf das Elektrometer geschra
ist. Bringt man dann die beiden Collector-Platten und zu gl
cher Zeit die beiden obern Platten durch einen Metalldraht
einander in Verbindung, hebt auch schon nach ein Paar Secu
den die Verbindung auf und entfernt die oberen Scheiben v
den Collector-Platten, so erhält man an beiden Elektrometer
wenn sie von gleicher Empfindlichkeit und die Condensator
von gleicher condensirenden Kraft sind, die gleiche Diverg
der Goldblättchen, und zwar von + E an denjenigen, auf w
chen die Zinkscheibe, von — E an denjenigen, auf welch
die Kupferscheibe aufgeschraubt war.

Man erhält denselben Erfolg nach Volta, wenn die Co
densator-Platten nicht mit Firnifs überzogen, sondern von gl
ter metallischer Oberfläche sind, wenn man durch kleine Schra
ben, die durch die obere Platte hindurchgehen, die Platten n
um eine sehr dünne Luftschicht von einander entfernt, in w
chem Falle die kleinen Schrauben selbst die metallische Ber
rung und davon abhängige galvanische Wirkung auf einan
vermitteln, in der ganzen übrigen Fläche aber die Metallplatt
condensatorisch auf einander wirken[1].

Geschieht die Verbindung der beiden Metallplatten in d
beiden zuerst genannten Fällen statt durch einen Metalldra
durch den Finger, so bleibt in der Regel alle Wirkung au
Die Wirkung wird auch nicht verstärkt, ob der Metalldraht d
Scheiben kürzere oder längere Zeit mit einander in Verbindu
hält, vielmehr reichen einige Secunden immer zu, um die vo
Wirkung zu geben, auch macht es keinen Unterschied, ob di
Verbindung durch einen Metalldraht auf eine blofse einfa

1 G. X. 437.

Berührung sich beschränkt, aber mit Druck, Hin- und Herbewegung, Reiben u. d. g. verbunden ist.

5. Die zweite Hauptart, den Versuch anzustellen, ist unter der Bedingung, dafs eines der Metalle mit dem Erdboden verbunden und eben dadurch fortwährend im Zustande von 0 E. erhalten wird. In diesem Falle kann die Collectorplatte des Condensators selbst die Stelle des einen Metalls vertreten. Man wird auf diese Weise, wenn man die Collector-Platte von Zink mit der Kupferscheibe, die man in der Hand hält, berührt, und nach aufgehobener Berührung die obern Platten des Condensators abhebt, die Goldblättchen mit eben so starker positiver E. und wenn die Collector-Platte von Kupfer ist, die sie mit einer in der Hand gehaltenen Zinkscheibe berührt, eben mit eben so starker negativer E. divergiren sehen, wie in den oben (4) angeführten Versuchen. Nimmt man aber zu denselben Versuche zwei Metallscheiben von Zink und Kupfer, wovon man bald die eine, bald die andere in der Hand hält, während die andere, die auf jener liegt, oder an sie gelöthet, oder durch eine Schraube, Niete u. s. w. in gute Berührung mit ihr gebracht ist, mit der Collector-Platte in Gemeinschaft gesetzt wird, so wird man zwar, wenn die Collector-Platte von Kupfer ist, bei der Berührung derselben mit der Kupferscheibe die volle negative Spannung haben, aber nicht so die positive Spannung bei der Berührung mit dem Zink, das nämlich in diesem Falle zwischen Kupfer und Kupfer sich befindet, und unter den angegebenen Umständen gar keine Wirkung hervorbringt; die positive Spannung wird aber sogleich in ihrer ganzen Stärke zum Vorschein kommen, wenn man die Gemeinschaft zwischen dem Zink und der Collector-Platte von Kupfer durch eine Zwischenlage von nafsgemachtem Papiere oder Tuche vermittelt, so dafs das Zink in keine unmittelbare metallische Berührung mit dem Kupfer kommt, oder auch wenn man der Collector-Platte von Kupfer eine Collector-Platte von Zink substituirt. Dafs das Zink zwischen zwei Kupferscheiben sich befindet, hebt das Vermögen des Zinks, seine positive Erregung an Collector-Platten mitzutheilen, nur in den Richtungen, welche durch die Berührungspuncte dieser Metalle unter einander gehen, oder durch diese Kupfer-Platte hindurch, aber nicht nach andern Richtungen auf. Eine Zinkplatte zwischen zwei Kupfer-Platten, wovon die eine oder die andere mit dem

Erdboden in Verbindung steht (der Fall, dafs beide Kupfer-Pl
ten zugleich mit dem Erdboden in Verbindung stehen, geh
schon zu den geschlossenen Ketten) bringt vielmehr ihre vo
positive Spannung hervor, wenn sie mit irgend einem Punc
ihres Standes mit einer Collector-Platte in Verbindung komn

Bei der Darstellung der hier angegebenen Versuche mac
es schlechterdings in dem Erfolge keinen Unterschied, in w
chem Verhältnifs der Gröfse die Metallstücke gegen einand
stehen, und wie grofs oder klein die Berührungsfläche ders
ben unter einander sey. Die kleinsten Feilspähnchen, wenn s
nur in die kleinstmögliche Berührung unter einander und mit d
Collector-Platte kommen, bringen ganz dieselbe Wirkung he
vor, wie die gröfsten Metallmassen mit der ausgedehntesten B
rührung.

6. Berührt von den beiden mit einander in Gemeinsch
stehenden Metallen das eine die ihm homologe Collector-Platt
ohne dafs das andere zugleich ableitend berührt, letzteres vie
mehr an einer isolirenden Handhabe gehalten wird, so zeig
die Goldblättchen nicht die kleinste Spur von E. Indefs lasse
sich auch mit zwei Scheiben von Zink und Kupfer, die an iso
lirenden Handhaben gehalten werden, allmälig zunehmend
Spuren von E. durch Hülfe des Condensators am Elektromet
hervorrufen, wenn man nach jedesmaliger Berührung der Colle
tor-Platte durch das ihm homologe Metall das andere Meta
ehe jenes wieder mit ihm in Gemeinschaft tritt, ableitend be
rührt, und auf diese Weise auf 0 zurückbringt. Hat man die
ses 12 — 15 mal wiederholt, so zeigt sich schon einige E
durch Divergenz der Goldblättchen, und dieser Zeitpunct tri
um so eher ein, je gröfser die Metallplatten sind und je kleine
verhältnifsmäfsig die Oberfläche des Condensators ist. Ma
kann auch mit diesen Metallen im isolirten Zustande, ohne daf
sie ableitend berührt werden und Feuchtigkeit mit in's Spie
kommt, schon durch eine einmalige Berührung dem Condensa
tor, wenn auch nicht seine volle Ladung verschaffen, doch schon
merkliche Spuren von E. erhalten, wenn, während das eine Me
tall die Collector-Platte berührt, das andere mit einem isolirten
metallischen Conductor von sehr ausgedehnter Oberfläche oder
sehr grofser Capacität, also namentlich mit dem innern Belege ei-
ner el. Batterie in Gemeinschaft gebracht wird. Doch mufs je-
ner Leiter von demselben Metalle seyn, oder es mufs bei Ver-

schiedenheit der metallischen Qualität die Gemeinschaft durch einen nassen Körper vermittelt werden. Bringt man die innere Stanniol-Belegung einer grossen Batterie mit Kupfer in Berührung, so theilt letzteres der Condensator-Platte von Kupfer beinahe dieselbe Ladung mit, oder bringt in derselben eine eben so grofse negative Erregung hervor, wie Stanniol, der ableitend berührt wird, und dieselbe Condensator-Platte unmittelbar berührt.

7. Alle bisher angeführten Versuche führen im Wesentlichen zu einem und demselben Resultate und bilden einen und denselben Fundamental-Versuch, welchen man den *Volta'schen Fundamental-Versuch* nennen kann, da er zuerst von VOLTA angestellt worden ist, und dieser grofse Physiker vorzüglich auf diesen Versuch die Theorie der einfachen Kette sowohl als seiner Säule gebaut hat. VOLTA hat ihn, wie schon oben bemerkt, zuerst im Jahre 1796 in einem Briefe an GREN bekannt gemacht, dann aber besonders ausführlich in allen seinen Abänderungen in jener ersten Abhandlung, in welcher er die Theorie seiner Säule entwickelt, beschrieben[1]. Er ist jedoch bei dieser Gelegenheit in einen Irrthum gerathen, indem er behauptet, dafs die unter 4 angegebene Methode nur eine halb so grofse Spannung wie diejenige gebe, welche man erhält, wenn man den Versuch auf die unter 5 angegebene Weise anstelle. Dieser Irrthum hing davon ab, dafs er das Gesetz für die verschiedene condensirende Kraft des Condensators unter der Bedingung jener beiden Methoden nicht kannte, sondern in beiden Fällen für denselben Condensator einerlei condensirende Kraft annahm. Unter dieser Voraussetzung würde allerdings die Spannung in dem zweiten Falle doppelt so grofs ausfallen müssen, wenn die beiden Metalle überhaupt einen Spannungsunterschied von constanter Gröfse mit einander eingehen, und unter Umständen sich befinden, wo sie auch nach vollkommener Ausgleichung mit dem Condensator ihre volle Spannung behaupten können. Dieselbe Spannung nämlich, wenn ihr ihre entgegengesetzte von gleicher Gröfse gegenübersteht, kann, um denselben Unterschied von Spannung in beiden Körpern zu geben, nur halb soviel betragen, als wenn ihr 0 gegenübersteht, oder sie mufs

1 Ueber die sogenannte galvanische Elektricität von Alex. Volta. G. X. 421.

Geringsten in Betracht kommende E. erregen, da sein Elektrometer mit doppelten Condensatoren keine Spur davon anzeigte, ungeachtet dasselbe doch schon $\frac{1}{1000}$ eines Grades Spannung anzuzeigen im Stande gewesen seyn würde. Wenn Parrot an einem andern Orte[1] Versuche anführt, wo er nach vorheriger Berührung zweier, wohl polirter, Zink- und Kupferplatten von 5″ im Durchmesser unter einander durch Abhebung und Prüfung durch den Condensator vom Zinke + E und vom Kupfer — E erhielt, und diese Versuche dem ungeachtet nicht als beweisend ansieht, so stützt er sich dabei auf den Umstand, dafs im Falle die eine nicht abgehobene Platte mit dem Erdboden in Verbindung stand, dennoch die Spannung nicht in dem Verhältnisse wuchs, in welchem die Berührung der Platten und die Abhebung wiederholt wurde, sondern die Spannungen sich hierbei ganz unregelmäfsig, und sogar nach mehrmaliger Wiederholung wieder vermindert, dann auf einmal sehr grofs zeigten, Erscheinungen, welche Parrot ohne Zweifel als einen Beweis ansieht, dafs die E. hier durch zufällige veränderliche Ursachen, nämlich durch das verschiedene Aneinanderreiben und Stofsen erregt worden seyen, wozu dann noch der Umstand kam, dafs auch bei unvollkommener Isolirung der beiden Metallplatten durch lange Glasstangen sich doch Zeichen von E. nur im Ganzen schwächer als in der ersten Reihe von Versuchen zeigten, da doch in diesem Falle nach Volta's Theorie gar keine Spur (?) von E. hätte zum Vorschein kommen sollen.

Wovon nun dieser ungünstige Ausfall der Parrot'schen Versuche abgehangen haben mag, ist nicht zu entscheiden, wenn wir etwa den Fall ausnehmen, in welchem sich die Kupferscheibe in Verbindung mit dem Erdboden, das Zink sich also zwischen Kupfer und Messing (denn von diesem Metall waren die Verbindungsdrähte mit dem Condensator) befand, wo dann freilich nur die höchst schwache el. Spannung zwischen Kupfer und Messing, aber keineswegs die zwischen Kupfer und Zink zum Vorschein kommen konnte. Indefs kann dadurch die Gewifsheit des obigen Resultats auf keine Weise erschüttert werden. Dafs auf den Erfolg der Versuche das Reiben, Stofsen, Drücken auch nicht den geringsten Einflufs habe, davon habe ich mich durch eine wohl tausendfache Wiederholung obiger

1 Dessen Grundrifs II. 553.

Versuche vollkommen überzeugt. Die Spannung blieb ihrer Gröfse nach im Wesentlichen dieselbe mit den kleinen Abänderungen, die von der Einrichtung und Gebrauchsart des Condensators unzertrennlich sind. Der Einwurf Parrot's, dafs nicht die ruhenden Metalle schon durch ihre bloſse Berührung freie E. erhalten, sondern diese erst nach ihrer Entfernung von einander zum Vorschein komme, und dafs daher keine Anwendung auf die Säule gemacht werden könne, in welcher die Metallplatten ruhig auf einander liegen bleiben, widerlegt sich vollkommen durch folgende zwei Arten den Versuch anzustellen, von welchen die zweite besonders wichtig ist, da durch dieselbe auch andere unrichtige Deutungen des *Volta'schen Fundamental-Versuches* beseitiget werden. Von zwei in ihren Dimensionen und in ihrer condensirenden Kraft einander soviel möglich gleichen Condensatoren, deren eine Scheibe von Kupfer, die andere von Zink ist, wird die Kupferscheibe des einen auf ein Goldblattelektrometer, die Zinkscheibe des andern auf ein anderes Goldblattelektrometer aufgeschraubt, und es werden die ihnen zugehörigen Scheiben aufgesetzt, die durch einen an sie gelötheten Streifen Metall mit einander in Verbindung stehen. Berührt man nur die beiden untern Platten ableitend, und entfernt die Elektrometer mit diesen ihren Scheiben nach Aufhebung der Verbindung mit dem Erdboden durch eine angemessene Vorrichtung von den obern Scheiben, so dafs diese in ihrer Lage unverrückt bleiben, so wird das Elektrometer mit der Kupferplatte, die durch die E. der obern Zinkplatte nach dem Gesetze der Vertheilung erregte — E, das Elektrometer mit der Zinkscheibe die eben so von der auf ihr befindlich gewesenen erregte + E und zwar beide von gleicher Spannung anzeigen. In diesem Falle haben doch unstreitig die beiden obern Platten durch eine E. gewirkt, die sie besafsen, so lange sie sich berührten, und bloſs berührten, da diese Berührung nicht aufgehoben wurde. In einer etwas abgeänderten Gestalt läfst sich dieser Versuch auch so anstellen. Man schraube auf ein Elektrometer eine Kupferplatte a, die mit einer Firnifsschicht überzogen ist, auf diese lege man vermittelst einer isolirenden Handhabe von Glas die in den Rand derselben seitwärts eingeschraubt ist, eine zweite Kupferplatte b, die an ihrer unteren Fläche gleichfalls mit einer Firnifsschicht überzogen ist, deren obere Fläche aber aufs vollkommenste abgeschliffen metallisch ist, auf diese lege

man eine eben so wie b vorgerichtete Zinkscheibe c, so dafs s mit ihrer wohlabgeschliffenen metallischen Fläche in unmitte bare Berührung mit b kommt, ihre mit Firnifs überzogene a dere Fläche aber nach oben gekehrt ist, endlich lege man a diese eine vierte Zinkplatte d, deren untere Fläche mit ein Firnifsschicht überzogen und die mit einem isolirenden Han griffe versehen ist. Berührt man nun die oberste und unter Platte d, und a ableitend, und hebt dann die obere Platte ab, und prüft sie durch ein Elektrometer, so wird dieselbe — zeigen, und die Goldblättchen des andern Elektrometers, a welchem noch die übrigen drei Platten ruhen, werden mit + E jedoch von geringerer Spannung, aus einander gehen. In diese höchst entscheidenden Versuche wirkten doch offenbar die Elek tricitäten der beiden Scheiben b und c, die in ihrer metallische Berührung galvanisch auf einander wirkten, frei nach aufsen ungeachtet, sie ruhig auf einander liegen blieben, und unge achtet bei der unmittelbaren Berührung und des so viel mög lich vollkommenen Parallelismus ihrer Oberflächen ihre E. nach den gewöhnlichen Gesetzen sich vollkommen hätten binden sol len; denn wie hätte ohne eine solche vertheilende Wirkung nach aufsen in der Scheibe d jene — E entstehen können, und welche andere Quelle von Elektricitätserregung als die in der blofsen Berührung von b und c gegebene lässt sich hier nach weifsen? Dafs die nach der Entfernung der condensirende Platte d nun nicht mehr gebundene + E c durch Anziehung und Bindung von — E aus dem 0 der Kupferplatte a und Frei machung und Zurücktreibung der + E die Goldblättchen mit dieser E. aus einander treiben, dafs aber die davon abhängige Spannung schwächer seyn mufste, als die negative in d, weil sich die + E von c nun auf der doppelten Oberfläche (näm lich die der Kupferscheibe b mit gerechnet) ausgebreitet hatte, folgt nothwendig aus bekannten elektrischen Gesetzen.

Auch andere Physiker haben den Volta'schen Fundamentalversuch vollkommen bestätigt gefunden, namentlich Jäger, der den Einfluss abgeänderter Umstände auf den verschiedenen Ausfall desselben sehr genau bestimmte[1], und G. G. Schmidt, dessen Zeugnifs, als eines so genauen Physikers, besonders vollgültig ist. Wenn dieser bei der Anstellung des Versuchs nach der

1 G. XIII. 415.

... 4 angegebenen Methode bei der ersten Aufhebung des Deckels 3° bis 5° E. erhielt, so steigerten wiederholte Berührungen diese Spannung regelmäfsig auf 15°, wenn man zwischen zwei Versuchen den Deckel oder die Basis ableitend berührte, und zwar im ersten Falle in der Basis, im letztern im Deckel. Würde die Stärke der Spannung ganz genau durch die Grade eines Goldblattelektrometers, und zwar im einfachen Verhältnisse der Zahl derselben angegeben, so würde demnach die Spannung durch dieses Verfahren auf das Dreifache gesteigert worden seyn. Da indefs bei dieser Zunahme der Divergenz zugleich auch die Anziehung der Seitenwände in Betracht kommt, die natürlich in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem sich die Goldblättchen bei ihrer zunehmenden Divergenz einer Seitenwandung mehr nähern, so geben die Grade eines solchen Elektrometers an und für sich nie genaue Mafse. Dem unter 3 aufgestellten Grundgesetze und der Wirkungskraft des Condensators gemäfs müfste, wenn man das 0 in den beiden Metallen als ein wenigstens in Beziehung auf die Capacität des Condensators unerschöpfliches betrachten dürfte, die Spannung höchstens auf das Doppelte gestiegen seyn, da sie sich bei fortgesetzten Berührungen aus einem Spannungsunterschiede zwischen einem gleichen + und — in einen zwischen + und 0 verwandelt hätte, der um *der gleiche* in beiden Fällen zu seyn, in dem letztern Falle die doppelte Spannung erfordert. Mir selbst schien auch bei Wiederholung dieses Versuchs bei Anwendung eines Elektrometers, das so genau wie möglich zu einem genauen Mafse der Spannung regulirt war, die Spannung nicht mehr als verdoppelt worden zu seyn.

10. J. Bischoff und v. Münchow haben Versuche bekannt gemacht[1] aus welchem dem ersten Anscheine nach das dem Volta'schen Fundamental-Versuche gerade entgegengesetzte Resultat hervorzugehen schien, nämlich dafs von den zwei Metallen Zink und Kupfer durch die Berührung das erstere vielmehr negativ, das letztere positiv werde. Sie bedienten sich zwei Z. im Durchmesser haltender Metallplatten, die alle sehr sorgfältig an einander abgeschliffen, und mit Mastixfirnifs auf ihren Berührungsflächen überzogen waren. Beim Aufeinandersetzen der so zugerichteten Metalle aufeinander wirkten diesel-

1 Poggendorffs An. der Ph. I. 279.

ben ohne allen Zweifel wechselseitig condensatorisch aufeinander, und da jene Physiker die Verbindung der beiden Metallplatten unter einander nicht durch einen Metalldraht, sondern durch den Finger machten, so fehlte hier offenbar die wesentliche Bedingung zur galvanischen Wechselwirkung der Metalle mit einander, nämlich unmittelbare oder durch andere Metalle vermittelte Gemeinschaft derselben mit einander. Woher indefs die so auffallenden und ihrer Beschaffenheit nach constanten Zeichen von E. in den Versuchen jener Physiker abgehangen haben mögen, ist noch etwas problematisch. Wurden nämlich die beiden auf einander gesetzten Platten nach ihrer gleichzeitigen Berührung mit den Fingern von einander getrennt, so verhielt sich das Kupfer gewöhnlich stark +, das Zink gewöhnlich stark — el., und zwar bis zum starken Anschlagen der Goldblättchen. Diese starke Wirkung trat aber nur dann ein, wenn die Platten mit ihren Firnifsschichten an einander gerieben wurden. War aber durch ein einmaliges Reiben die E. in den Metallen erregt worden, so dauerte sie Stunden und Tage lang fort. Stellt man nun mit einem solchen Condensator den Volta'schen Fundamentalversuch (4) an, indem man die beiden Metalle durch einen Draht mit einander verbindet, so kann es leicht geschehen, dafs das Zink nun statt + E, — E zeigt, und so umgekehrt das Kupfer + E. Der Grund hiervon liegt aber, wie aus der Vergleichung aller Erscheinungen hervorgeht, in der Concurrenz zweier Wirkungen, die einander entgegengesetzt sich wechselseitig beschränken, und wovon die eine die andere im Verhältnisse ihres Uebergewichts ganz verschwinden macht, und mit dem Unterschiede beider gleichsam als ein Rest zum Vorschein kommt. Man wird nämlich immer finden, dafs wenn das Kupfer in einem solchen Falle mit +, das Zink mit — E auftritt, ihre respectiven E. schwächer sind, als wenn ihre Verbindung durch den blofsen Finger gemacht worden wäre, offenbar weil nun die durch die galvanische Wirkung der Metalle aufeinander erregte — E im Kupfer und + E im Zinke, die nach dem andern Gesetze in ihren erregten entgegengesetzten Elektricitäten beschränkt haben, und war die durch die Verbindung der beiden Metallplatten mit dem Finger erregte E. an und für sich schwach, so wird sich das Zink auch wohl +, das Kupfer — zeigen, jedoch immer schwächer, als wenn jene andere entgegengesetzte E. gar nicht vor-

…den ist[1]. Ich habe gefunden, dafs gewisse Zink- und Kupferplatten mehr disponirt waren, durch Abreiben ihrer Firnifsschichten an einander solche (elektrophorische?) E. anzunehmen als andere. Von zwei Condensatoren a und b, deren Zink- und Kupferplatten dem Ansehen nach einander ganz gleich waren, zeigte der eine a sehr starke + E des Kupfers und — E des Zinks, der andere keine Spur solcher E. Ich setzte dann die Kupferplatte von b statt der Zinkplatte auf die Kupferplatte von a, verband beide durch den Finger mit einander und hob die Kupferplatte von b ab; jetzt zeigte die Kupferplatte von a nicht mehr +, sondern starke — E; wurde derselbe Versuch mit der Zinkplatte von b angestellt, so zeigte auch dann noch die Kupferplatte von a — E, aber in einem viel schwächeren Grade. Im Allgemeinen habe ich gefunden, dafs der Ueberzug der Metallscheiben von Mastixfirnifs leichter zur Erregung solcher anomalen Elektricitäten Veranlassung gab, als mit Bernsteinfirnifs. Ich halte daher diese ganze Wirkung für eine durch Reiben zwischen den Firnifsschichten und den Metallen entstandene, da sie auch ihrem Grade nach viel stärker ist, als sie in irgend einem Falle durch blofse Berührung der Körper mit einander erhalten kann, und man mufs daher, wenn man zu unsichere und täuschende Resultate erhalten will, bei Anwendung galvanischer Versuche mit dem Condensator stets zuvor das letzteren Verhalten in dieser Rücksicht prüfen.

11. Werfen wir nochmals einen Rückblick auf die von 4—10 mitgetheilten Versuche und die Erörterung derselben, so ergiebt sich aus ihnen unbezweifelt die Richtigkeit des in 3 aufgestellten Grundgesetzes, dafs durch die blofse Berührung zweier Körper, wie Zink und Kupfer, das el. Gleichgewicht gestört, oder eine el. Erregung veranlafst werde, vermöge welcher das Zink bis zu einem bestimmten Grade + das Kupfer — wird. Diese E. müssen von den Berührungspuncten, in welchen sie entstehen, ausgegangen, als nach aufsen thätig und wirksam betrachtet werden, selbst auch so lange, als die Berührung dauert; und nicht als in wechselseitiger Bindung ruhend oder latent, weil sie sonst nicht in dem unter 8 angeführten Versuche ihre Gegensätze in den Scheiben der Condensatoren hät-

1 Vgl. Ueber den Volta'schen Fundamentalversuch von C. H. Pfaff. Schweigg. XVI. S. 129.

Reihe selbst, den absolut positiven, den andern den absolut negativen nennen kann, wiefern jener mit allen übrigen +, dieser hingegen — wird, alle übrigen gleichsam nach zwei Seiten hingekehrt mit allen dem — Ende näher wie sie liegenden +, mit allen dem + Ende näher stehenden, dagegen — werden; d. dafs endlich der Spannungsunterschied zweier Körper a und z jedes Abstandes in dieser Spannungsreihe gleich ist der Summe der einzelnen Spannungsunterschiede aller zu diesem Stücke der Reihe gehörenden zwischen ihnen liegenden Körper in der Ordnung genommen, wie sie auf einander folgen, d. h. dafs der Spannungsunterschied von a z = ist dem Spannungsunterschiede von a b + b c + c d..... + w z, woraus denn von selbst folgt, dafs der Spannungsunterschied der beiden äufsersten Endglieder gleich ist der Summe der Spannungsunterschiede aller übrigen Glieder der Reihe in der Ordnung genommen, welche das Gesetz der Reihe erheischt.

14. Die Auffindung dieser Spannungsreihe und der angegebenen Gesetze insbesondere, oder die richtige Anordnung der Körper, für welche allein diese Gesetze gültig sind, ist ein reines Resultat der Erfahrung. Es kommt daher alles auf die Genauigkeit und Untrüglichkeit der Methode an, deren man sich zur Ausmittelung jenes Verhaltens und insbesondere zur Bestimmung der Gröfse des Spannungsunterschiedes bedient. Vor der Entdeckung des Elektromagnetismus gab es innerhalb der Sphäre des einfachen Galvanismus zweierlei Methoden der Ausmittelung, nämlich durch den Condensator und die Aequivalente desselben, den Collector und Duplicator, und durch Froschpräparate, wozu dann nach Erfindung der Säule die Methode durch Hülfe derselben die Spannung zu verstärken hinzukam. Die Methode der Ausmittelung durch den Condensator besteht darin, dafs man mit einer Collectorplatte von Zink, die auf ein Goldblattelektrometer aufgeschraubt wird, die verschiedenen Körper, die man zwischen den Fingern hält, in Berührung bringt, während man zugleich die obere Scheibe des Condensators, die von einem beliebigen Metalle seyn kann, ableitend berührt; da in diesem Falle der zwischen den Fingern gehaltene Körper in 0 el. Zustande bleibt (indem hierbei von der schwachen galvanischen Einwirkung der Finger selbst abgesehen wird), so erreicht die el. Spannung des Zinks ihr mögliches Maximum.

Man wird finden, dafs das Zink zwar mit allen unter 12 aufgezählten Körpern positiv el. wird, aber in einem verschiedenen Grade, und anderweitige Versuche, von denen sogleich die Rede seyn wird, haben dann bewiesen, dafs diejenigen Körper, mit welchen das Zink in geringerem Grade + el. geworden ist, mit allen denjenigen, die dasselbe stärker erregt hatten, ihrerseits in der Berührung + letztere — werden. Da auf die Intensität der el. Spannung, welche an dem Goldblattelektrometer nach Abhebung des Deckels des Condensators sichtbar wird, weder die Gröfse noch die Gestalt des mit dem Zink in Berührung gesetzten Körpers einen merklichen Einfluſs zu haben scheint, so sind auch die kleinsten Bruchstücke der verschiedenen Körper hierzu brauchbar. Die einzige Unvollkommenheit dieser Methode besteht darin, dafs alle Spannungsverschiedenheiten der so ungemein grofsen Zahl von Körpern, die zur ersten Classe gehören, innerhalb der Grenzen einiger Grade des Goldblattelektrometers eingeschlossen sind, und die Spannungen, welche in der Reihe an einander grenzende Körper in dem Zinke hervorrufen, in ihrer Gröfse an einem gewöhnlichen Goldblattelektrometer nicht unterscheidbar sind, und folglich nach dieser Methode ihre respective Stelle verhältnifsmäfsig gegen einander in der Reihe nicht wohl zu bestimmen wäre. Indefs lassen sich diese kleineren Verschiedenheiten schon dadurch sichtlicher machen, dafs man sich eines Elektrometers nach Parrot's Angabe[1] bedient, welches ich schon früher zu diesem Behufe in Anwendung gebracht hatte[2], wo nämlich eine Stange seitwärts dem Goldblättchen genähert wird, das längs einem Metallstabe von gleicher Breite und Länge herabhängt, und durch die verschiedenen Entfernungen, in welchen die hineingeschobene Stange das Goldblättchen bis zu einer bestimmten Elongation anzieht, auch schon kleine Verschiedenheiten in der erregten Spannung mit Genauigkeit angezeigt werden. Man kann nun ferner auch der Collectorplatte von Zink eine in Kupfer substituiren, mit welcher dann alle diejenigen Körper, welche in der ersten Reihe von Versuchen mit dem Zinke eine schwächere positive Spannung hervorbrachten, als das Kupfer, in der Kupferplatte nunmehr eine

1 S. *Elektrometer*. Th. III. S. 656.

2 G. XXIII. 55.

negative, dagegen alle diejenigen Körper, die das Kupfer
der positiven Erregung übertroffen hatten, nun auch im Kupf
+ E. erregen werden, aber um die ganze Gröfse vermindert
welche das Kupfer an und für sich in dem Zinke hervorgerufe
hatte. Noch läfst sich die el. Erregung, welche je zwei Kö
per der ersten Classe mit einander gaben, auch unmittelbar nac
dem in 6 angegebenen Verfahren finden, indem man den eine
Körper zwischen den Fingern hält, den andern darauf, und au
diesen eine mit Wasser benetzte Pappscheibe legt, so dafs d
Gemeinschaft mit der Collectorplatte des Condensators, die i
diesem Falle von einem beliebigen Metalle seyn kann, kein
unmittelbare, sondern durch den feuchten Leiter vermittelt
ist. Es versteht sich von selbst, dafs ehe der Deckel des Con
densators aufgehoben wird, die Körper aufser Berührung mi
der Collectorplatte gebracht werden müssen. Kehrt man dan
den Versuch um, so dafs nur derjenige Körper, der vorhe
ableitend berührt wurde, vermittelst des feuchten Leiters mi
der Collectorplatte in die nächste Gemeinschaft kommt, so wir
nun die entgegengesetzte E. von merklich gleicher Spannun
zum Vorschein kommen, und zwar wird von zweien solche
Körpern jedesmal derjenige, der in der ersten Reihe von Ver
suchen mit dem Zinke die stärkere positive Spannung gesetz
hatte, negativ, der andere positiv erscheinen, und der Unter
schied, der in jener Reihe von Versuchen zwischen den re
spectiven Spannungen, die sie am Zinke gaben, sich zeigte
wird gleich der el. Spannung seyn, welche sie mit einande
selbst geben, wobei aber vorausgesetzt wird, dafs zur Bestim
mung der Spannungen ein so viel möglich genau regulirte
Elektrometer angewandt werde.

Da selbst durch Hülfe eines sehr guten Condensators ve
einer 100 bis 200fachen condensirenden Kraft, die schwache
Elektricitäten, welche nahe an einander grenzende Metalle mi
einander erregen, nicht angezeigt werden, namentlich bei de
Berührung einer Collectorplatte von Kupfer mit Gold, Platin
Silber, Antimon, Wismuth, Eisen keine Wirkung zum Vor
schein kommt, und nur eben das Zinn einerseits und die Kohl
andererseits anfangen, einige Spuren zu zeigen, so hat ma
durch zu Hülfe nehmen eines zweiten Condensators von gan
gleicher Beschaffenheit wie der erste ein sehr bequemes und si
cheres Mittel diese schwachen Spannungen ungemein zu ver

starken, ein Mittel, welches besonders auch nützlich ist, wenn man die schwache Erregung mancher feuchten Erreger mit den trockenen bestimmen will. Man schraubt nämlich auf ein zweites Elektrometer den zweiten Condensator und zwar so, dafs die darauf geschraubte Scheibe, die als Collectorplatte dient, mit der oberen Scheibe des ersten Condensators homolog ist. Gesetzt nun, die erste Scheibe zeige nach dem ersten Abheben die Spannung hundertmal verstärkt, und der zweite Condensator condensire seiner Seits auch hundertmal, so wird man, wenn man den Versuch durch Berühren der untern Platte des ersten Condensators, Abheben seiner oberen Scheibe, und Anbringen derselben an die Collectorplatte des zweiten Condensators oft genug wiederholt, die ursprüngliche Spannung bis auf das 10000fache verstärken können, und selbst bei den schwächsten Erregungen wird gewöhnlich eine zehnmalige Wiederholung dieses Verfahrens hinreichen, die Goldblättchen zum Anschlagen zu bringen. Eine gleiche metallische Beschaffenheit der oberen Scheibe des ersten und der untern oder Collectorscheibe des zweiten Condensators ist darum nöthig, damit zwischen ihnen selbst durch wechselseitige Berührung keine Elektricitätserregung statt finde, und sich in das Resultat einmische. Aus dem Gesetze der Wirkungsart des Condensators leuchtet übrigens von selbst ein, dafs die E., welche das zweite Elektrometer zeigt, gerade die *entgegengesetzte* von derjenigen ist, welche der zu prüfende Körper in der untern Scheibe des ersten Condensators erregt hat.

15. Ein zweites Verfahren, in der ersten Periode häufig angewandt, um die Stelle, welche die Erreger der ersten Classe in der Spannungsreihe einnehmen, zu bestimmen, und auszumitteln, welcher von beiden der positive, welcher der negative sey, bestand in der Anwendung derselben als Armaturen bei Froschpräparaten. Ritter hat besonders dieses Verfahren unter verschiedenen Abänderungen benutzt[1]. Man präparirt die hinteren Extremitäten, und zwar für diesen Zweck am besten von kleinen und jungen Fröschen, indem man die Cruralnerven a. b, soviel möglich von allem Zellgewebe und den Blutgefäfsen, Fig 78

1 Neue Versuche und Bemerkungen u. s. w. In Briefen an den Herausgeber. Erster Brief. Ueber die Spannungsreihe der Leiter. S. XVI. 295.

die zugleich mit ihnen zu den Muskeln gehen, befreit, dann das Becken, auf dem sie liegen, indem man das eine Blatt einer Scheere unter die Cruralnerven selbst schiebt, und das Becken zwischen dieses Blatt und das andere bringt, dicht über den Schenkeln und am Ende des Rückgrats durchschneidet, dasselbe entfernt, und nun noch das Rückgrat selbst dicht über dem Ursprunge der Cruralnerven trennt, wodurch der Vortheil erreicht wird, dafs die hintern Extremitäten mit ihren Nerven von dem übrigen Körper getrennt sind, diese Nerven selbst aber noch an einem kleinen Stückchen des Rückgrats hängen, wodurch die Handhabung derselben sehr erleichtert wird. Um jede Extremität mit ihrem Nerven abgesondert für sich dem Versuche unterwerfen zu können, durchschneidet man nun noch jedes Stückchen vom Rückgrat in der Mitte der Länge nach, wo dann der Nerve jeder Seite an der dieser zugehörigen Hälfte hängen bleibt, und leichter manipulirt werden kann. Wenn man an den einen Nerven a Zink, in welcher Form man will z. B. in Form eines Plättchens, womit man den Nerven auch wohl umwickeln kann, an den andern Kupfer anlegt, und nun die Kette schliefst, dadurch dafs man das Zink mit dem Kupfer in Berührung bringt, so zeigt sich namentlich bei kleinern und jüngern Fröschen fast sogleich nach Abtrennung der Gliedmafsen von dem übrigen Körper, bei gröfseren etwas später im Augenblicke der Schliefsung die Zuckung (*Schliefsungszuckung*) bestimmt allein, oder doch die stärkere Zuckung in derjenigen Extremität, deren Nerv mit dem Zinke, und die Zuckung in dem Augenblicke der Trennung (*Trennungszuckung*) bestimmt allein oder eben so vorzüglich in derjenigen Extremität, deren Nerv mit dem Kupfer bewaffnet ist. In diesem Zustande der Erregbarkeit, vorzüglich aber wenn die Schliefsungszuckung ausschliefslich in der mit dem Zinke, die Trennungszuckung ausschliefslich in der mit dem Kupfer armirten Extremität eintritt, ist das Froschpräparat zu obigen Versuchen tauglich. Uebersieht man dieses, so können die Resultate widersprechend ausfallen. Es giebt nämlich Zustände von höherer Reizbarkeit, namentlich bei gröfseren Individuen, wo unmittelbar nach der Abtrennung der Gliedmafsen vom Rumpfe, gerade der entgegengesetzte Erfolg statt findet, indem die Schliefsungszuckung ausschliefslich oder wenigstens vorzüglich in der mit Kupfer armirten Extremität eintritt, Zustände, über welche besonders Ritter

interessante Erfahrungen mitgetheilt hat[1]. In jenem zweiten Zustande der Erregbarkeit, dessen Daseyn wir hier voraussetzen, wird von den beiden Körpern, mit denen die Nerven armirt werden, stets derjenige der positive seyn, welcher die Schliefsungszuckung, derjenige dagegen der negative, welcher die Trennungszuckung giebt. Man kann auf diese Weise jeden beliebigen Körper α mit allen übrigen experimentirend vergleichen. Gesetzt man hätte gefunden, dafs er mit einer Zahl von Körpern $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, u. s. w. die Schliefsungszuckung, dagegen mit einer andern Zahl von Körpern b, c, d, e, u. s. w. die Trennungszuckung gegeben hätte, so wird auch jeder der Körper b, c, d, e, mit allen Körpern $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ die Schliefsungszuckung, letztere aber werden die Trennungszuckung geben. Auch wird man immer bei der Prüfung des el. Verhältnisses dieser beiden Körper durch den Condensator (nach 6) finden, dafs derjenige, der die Schliefsungszuckung gegeben hat, gegen denjenigen, der die Trennungszuckung gab, sich positiv, letztere gegen ihn sich negativ verhält. Nach der Analogie, da man bis jetzt dieses Resultat stets erhalten hat, kann man daher schliefsen, dafs es allgemein gültig sey. Und eben darin liegt der Werth dieses Verfahrens, dafs man vermittelst dieser Zuckungsversuche noch Auskunft über die relative Stelle zweier Körper in der Spannungsreihe erhalten kann, wo der Condensator nicht mehr ausreicht, d. h. keine Elektricitätserregung zwischen ihnen selbst, oder keinen Unterschied in der Spannung, den sie etwa mit einem dritten Körper eingehen, anzeigt, weil beide zu geringe sind. Ritter hat ein Verfahren angegeben, das noch weiter als das erwähnte reicht, um die Stelle irgend eines trockenen Erregers in der Spannungsreihe zu bestimmen[2]. Mit dem zu untersuchenden Körper und einem seinem Orte in der Spannungsreihe nach schon bekannten Metalle schliefst man eine Kette genau, wobei das Froschpräparat bereits schon so weit in seiner Erregbarkeit gesunken seyn kann, dafs es bei der Schliefsung der Kette gar keine Zuckung mehr zeigt, und sichert die mit einander verbundenen Erreger am Berührungsorte g durch eine kleine hölzerne Schraube, oder auch, indem man sie mit einem Gewichte beschwert, vor jeder Verrückung. Dar- Fig. 78.

1 S. Dessen Beiträge 2ter Bd. 3tes u. 4tes Stück. S. 70 ff.

2 G. XVI. 296.

auf nimmt man die äufsere Belegung einer kleinen sehr schwa
geladenen Leidner Flasche zwischen die feuchten Finger der
nen Hand, berührt mit einem angefeuchteten Finger der and
Hand die Kette bei h, und bringt sodann den Knopf o
Haken der innern Belegung bei g, gleichviel ob an e oder a
War die Flasche inwendig positiv geladen und erschien b
Entladen durch die Kette g h die Zuckung allein oder vorzi
lich in dem Schenkel, dessen Nerve mit dem seiner el. Qual
nach zu bestimmenden Körper armirt ist, so kann man gew
seyn, dafs jener Körper x in Berührung mit dem andern s
positiv el. verhalte, erscheint aber die Zuckung im and
Schenkel, so ist x der negative Erreger. Der Grund die
Methode beruht darauf, dafs auf der zweiten Stufe der Erre
barkeit die +E einen stärkeren Reiz auf den Nerven ausübt,
die negative, wenn nämlich jene abwärts in der Richtung n
dem Muskel durch den Nerven wirkt, oder die Richtung,
welcher die Ausgleichung zwischen + und — erfolgt, für
+ den Nerven abwärts nach den Muskeln zu statt findet,
wenn die —E sich in diesem Falle befindet. In der Spra
derjenigen, welche nur eine el. Materie annehmen, würde n
sagen, dafs der den Nerven abwärts gehende el. Strom ei
stärkern Reiz ausübt, als der die Nerven aufwärts gehende. N
aber verhalten sich zwei Metalle (oder überhaupt zwei Erre
der ersten Classe) wenn sie, wie in dem Fingerversuche,
den Nerven und Muskeln zur Kette geschlossen werden, in
ziehung auf die Nerven wie die äufsere und innere Beleg
einer geladenen Flasche bei ihrer Entladung, so dafs, wenn
Flasche im Innern geladen ist, dasjenige Metall, das nach
der innern Belegung wirkt, das positive, das andere das ne
tive ist. Da nun das positive Metall bei der oben angegeben
Entladungsweise der Flasche in demselben Sinne wie die Flas
selbst, das negative Metall in einem entgegengesetzten Si
wirkt, so mufs für den Schenkel, dessen Nerve mit dem p
tiven Metalle armirt ist, der Reiz verstärkt, in dem andern
gegen vermindert werden, und eben darum in dem erstern
stärkere Zuckung oder nur ausschliefsend in den letzteren
schwächere zum Vorschein kommen, oder wenn man die
dung der Flasche schwach genug genommen hat, ganz a
bleiben.

16. Eine dritte Methode das el. Verhalten zweier Erre

ersten Classe mit einander auszumitteln, besteht darin, aus einer gehörigen Anzahl von Paaren derselben mit nafsgemachten Scheiben von Pappe oder Tuch eine Volta'sche Säule zu errichten. Da die el. Spannung, welche die zwei, ein einzelnes Paar berührenden, trockenen Erreger mit einander geben, im Verhältnifs der Anzahl der Paare zunimmt, so kann man auf diese Art durch Hülfe des Condensators leicht ausmitteln, welcher Pol der Säule der positive, welcher der negative ist, wobei sich dann auch ohne weiteres ergiebt, welcher von den beiden trockenen Erregern in der wechselseitigen el. Erregung mit positivem, welcher mit negativem Charakter auftritt. Auch ohne Hülfe des Condensators läfst sich durch den Ort, an welchem an der Gasentwickelungsröhre, durch welchen man die beiden Pole mit einander verbindet, das Wasserstoffgas auftritt, die Beschaffenheit der Pole und damit der einzelnen trockenen Erreger bestimmen, denn wenn auch die Säule in ihrer Wirksamkeit noch so schwach ist, wird man bei Anwendung von Drähten zur Entbindung des Gases, die sich leicht oxydiren, wie z. B. von Eisendrähten an der Oxydation des einen, und an der Entwickelung, wenn auch nur einzelner kleiner Gasblasen an dem andern Drahte die Stelle des Oxygen- und Hydrogen-Poles leicht erkennen können. Uebrigens ist dieses Verfahren vorzüglich nur anwendbar für Körper, die sich selbst in eine Form z. B. von Platten bringen lassen, die eine Uebereinanderschichtung derselben gestattet.

17. Vor den bisher angeführten Methoden hat indefs noch ein Verfahren den Vorzug, das wir den Entdeckungen im Gebiete des *Elektromagnetismus* verdanken. Die Art der Ablenkung einer Magnetnadel dient hierbei als Mittel der Bestimmung, und bei gehöriger Vorrichtung ist diese unstreitig das empfindlichste und sicherste Reagens zur Ausmittelung des galvanischen Verhaltens je zweier trockener Erreger mit einander. Man bringt nämlich zwischen die beiden in dieser Hinsicht zu prüfenden Körper eine befeuchtete Pappe oder Tuchscheibe, und schliefst die Kette, indem man das eine Ende des recht stark vervielfältigenden Multiplicators z. B. von 100 oder 200 Windungen mit dem einen Körper und das andere Ende mit dem andern Körper in genaue Berührung bringt. Kennt man nun zum Voraus die Ablenkung, welche die Nadel durch eine ähnliche Kette von Kupfer und Zink erfährt, so wird von je zwei

andern Körpern x und y die nun die Stelle des Kupfers und Zinks einnehmen, derjenige z. B. y, der an der Stelle des Zinks gerade dieselbe Ablenkung hervorbringt, welche dieses vorher bewirkt hatte, +, und also der andere — seyn, die entgegengesetzte Ablenkung der Magnetnadel wird dagegen den entgegengesetzten el. Charakter, d. h. den — in y, und den + in x verrathen. Sollten die Körper x und y in der Spannungsreihe einander so nahe stehen, dafs die von ihrer durch den Draht des Multiplicators vermittelten Gemeinschaft abhängige Störung des el. Gleichgewichts und darauf beruhende el. Strömung, oder wie man sonst die der geschlossenen Kette statt findende Action auch nennen mag, zu schwach wäre, um die Magnetnadel bei der angegebenen Vorrichtung zu afficiren, so müfste man dafs Reagens der Magnetnadel durch den von Becquerel vorgeschlagenen Apparat[1] oder durch Anwendung des Galvanometers von Nobili[2] noch empfindlicher machen. Auch ganz kleine Bruchstücke von Körpern geben in solchen Fällen noch einen entscheidenden Ausschlag, wenn sie eine etwas stärkere Spannung mit einander erzeugen, obgleich in allen Fällen die Wirkung auf die Magnetnadel mit der Gröfse der Berührungsfläche des feuchten Leiters mit dem trockenen Erreger zunimmt, und bei schwacher Wirkung der letztern mit einander, gröfse Platten nöthig sind.

18. Bei Anwendung der von 15—17 beschriebenen Verfahrungsarten ist jedesmal ein feuchter Leiter mit im Spiele. Die el. Action hängt also in allen diesen Fällen nicht blofs von der Wechselwirkung der trockenen Erreger mit einander, sondern auch beider mit dem feuchten Leiter ab. Dasselbe gilt auch in dem Falle, wenn bei Anwendung des Condensators nach dem in 6 beschriebenen Verfahren der eine trockene Erreger ableitend berührt wird, und also der Einwirkung der Feuchtigkeit der Finger oder des Erdbodens ausgesetzt ist. Die Bestimmung der polaren Thätigkeit der trockenen Erreger nach dem Erfolge jener Versuche gilt daher nur unter der Voraussetzung, dafs der Beitrag der Erregung derselben mit einander überwiegend,

---

1 Ueber eine Zusammenstellung von Galvanometern, durch welche Minima von Elektricität bemerkbar gemacht werden können. Schweigg. N. R. VIII. 338.

2 Bibl. Univ. XXIX. 119. und Poggendorff's Ann. VIII. 338.

oder ihr Verhalten gegen den feuchten Leiter merklich dasselbe, d. h. der Unterschied desselben geringer ist, als ihre eigene el. Erregung mit einander. Dieses scheint, wie weiter unten gezeigt werden soll, allerdings für die meisten trockenen Erreger in Beziehung auf das blofse Wasser zu gelten, und in so weit haben daher auch die auf die angezeigten Weisen erhaltenen Bestimmungen ihre Gültigkeit. Wendet man daher statt des letztern einen andern feuchten Leiter an, insbesondere einen solchen, der auf den einen oder den andern der trockenen Erreger eine starke chemische Wirkung ausübt, so kann wohl auch ein Erfolg, z. B. eine Abweichung der Magnetnadel statt finden, welcher gerade ein entgegengesetztes Verhalten der trockenen Erreger anzeigen würde, als sie in der That mit einander eingehen, wenn man nämlich den Erfolg als blofs abhängig von ihrer Wirkung auf einander ansehen würde.

19. Durch die angezeigten Versuche haben verschiedene Physiker die Spannungsreihe der Erreger der ersten Classe in einem theils gröfsern theils kleineren Umfange bestimmt. Dafs ihre Resultate nicht ganz mit einander übereinstimmen, hat seinen Grund vorzüglich darin, dafs die von ihnen unter einerlei Namen aufgeführten Körper nicht streng dieselben waren und kleine Beimischungen die Stelle eines Körpers in der Reihe bedeutend ändern können, auch das Verfahren bei den Versuchen nicht immer das richtige war[1]. Ich selbst habe zuerst durch Versuche mit Froschpräparaten die relative Stärke der el. Erregung je zwei trockener Erreger mit einander, durch die Stärke der Zuckungen, welche sie als Armaturen die Nerven und Muskeln erregten, annähernd für viele Körper bestimmt, sie auch schon in Beziehung auf einander durch die Zeichen + und — unterschieden, wobei ich denjenigen der beiden Erreger, der als Muskel-Armatur mit dem andern als Nerven-Armatur einen stärkern Reiz als bei der umgekehrten Vertheilung ausübte, durch + bezeichnete, wofür aber nach den spätern Aufklärungen gerade das entgegengesetzte Zeichen gilt[2]. Demnächst hat Volta[3] auf ähnliche Weise die Spannungsreihe bestimmt. Sie

1 Vgl. Meine vorläufigen Bemerkungen in G. XXIII. S. 52.

2 Ueber thierische Elektricität u. s. w. S. 60 ff. S. 96 ff.

3 S. Dessen Schreiben an den Herrn Abt Vassali über die thierische Elektricität, herausgegeben von Mayer, Prag 1796 und dessen erste Abhandlung über die sogenannte galv. Elektricität in G. X. 436.

schwache Erregung gaben, suchte er durch Vergrößerung der Platten den Ausschlag noch merklich zu machen. Auch hier gilt indefs die Bemerkung, dafs der Schluſs auf den relativen el. Charakter der beiden Erreger nur unter der Voraussetzung gültig ist, dafs die elektromotorische Wirkung der beiden trockenen Erreger mit einander das Uebergewicht in der Bestimmung der Richtung des el. Stromes über die elektromotorische Thätigkeit der Feuchtigkeit mit den beiden trockenen Erregern nach beiden Seiten hin habe, sey es nun, dafs diese letztere Erregung überhaupt an sich die schwächere sey, oder, wenn gleich die stärkere, sich wechselseitig durch ihre gleichartige Wirkung nach entgegengesetzten Seiten hin aufhebe.

Folgendes ist die von Marianini aufgestellte Reihe von dem am meisten negativen Erreger ausgegangen: — Kohle (sehr oxydirte, lange der Luft ausgesetzte;) Graubraunsteinerz (strahliges); Schwefelkies (unkrystallisirter); Magnetkies, Arsenikkies (krystallisirter); Graphit; Tellur (Goldhaltiges, gediegenes); Gold; Platin; Kupferkies; Tellur (blättriges); Kobaltglanz; Fahlerz; Arseniknickel; Kohle (langsam bis zur Temperatur der Luft erkaltet und frisch bereitet); Bleiglanz; Rothgültigerz; Antimonsilber; Quecksilber; Silber; Antimon (angelaufenes); Arsenik; Molybdänglanz; Zinnober (krystallisirter); Kupfer (angelaufenes); Antimon (glänzendes); Kohle (kurz nach dem Abläschen durch schnelles Eintauchen in Wasser); Nickel; Wismuth (angelaufenes); Messing (sehr oxydirtes); Kupfer (glänzendes); Messing; Magneteisen (krystallisirtes); Eisen; Blei (angelaufenes); Mangan; Zinn; Blei (glänzendes); Kohle in dem Augenblicke geprüft, wo die lebhaft brennende in Wasser eingetaucht wird); Zink +. Uranpecherz, natürliches Chrom-Eisen und dunkles Rothgültigerz, welche in meinen Versuchen sehr bestimmte el. Erregung mit Zink durch den Condensator geprüft zeigten, gaben Marianini keine Spur von elektromotorischer Thätigkeit.

Meine eigenen Versuche mit dem Condensator gaben mir, unter der Voraussetzung, dafs, wenn von zwei Körpern a und b der eine a einen dritten α in höherem Grade + oder — macht, als der Körper b, a mit b im ersten Falle —, im zweiten Falle + werde, eine Voraussetzung, für welche die Analogie der damit übereinstimmenden directen Resultate vieler Versuche

spricht, folgende Reihe, die zugleich eine grofse Zahl von Erzen umfafst:

— Krystallisirtes Graubraunsteinerz; Schrifterz (eine Legirung von Gold, Silber und Tellur); Derber Wolfram (eisenhaltiges Scheeloxydul); Graphit; Titanoxyd (sogenannter Oisanit oder Atanase); Cornisches Zinnerz (Pecherz); Uranoxydul; Schwefelmolybdän (Wasserblei); Arsenikkies; Kupfernickel; Zinngraupen; Bleiglanz; Kupferkies; Kupferglanzerz; Schwefelkies; Glaserz; Kohle; Silber; Quecksilber; Gold; Platin; Spiefsglanz; Kupfer; Arsenik; Kobalt; Wismuth; Eisen; Zinn; Kadmium; Blei; Zink +.

Die von Cumming aufgestellte Reihe[1]: Kohle; Platin; Gold; Silber; Antimon; Kupfer; Blei; Zinn; Eisen; Wismuth; Zink; verdient bei den auffallenden Abweichungen von den Resultaten anderer Physiker kein Zutrauen, auch bleibt es unerklärlich, wie er das Kohlenende +, das Zinkende — nennen kann.

20. Der Spannungsunterschied, welchen je zwei einander in der Spannungsreihe, wie sie namentlich nach meinen eigenen Versuchen aufgestellt ist, zunächst gelegene Körper mit einander zeigen, ist bei weitem nicht immer gleich dem Spannungsunterschiede je zweier anderer gleichfalls unmittelbar an einander grenzender Körper, oder gleiche Intervalle, nach der Zahl der zwischengelegten Körper bestimmt, bestimmen nicht gleiche Gröfsen des Spannungsunterschieds. So findet gleichsam ein auffallender Sprung vom Zink zum Blei statt, so dafs dieses mit jenem eine eben so grofse Erregung giebt, als die Kohle mit dem Blei, so theilt das Kupfer die ganze Reihe gleichsam in zwei Hälften, ohngeachtet in dem einen Zwischenraume zwischen den Graubraunsteinerze und Kupfer sich in meiner Reihe 22 Körper, in dem andern Zwischenraume zwischen dem Kupfer und Zink sich nur 6 befinden. Berührt man die Collectorplatte von Zink mit Kupfer, das man zwischen den Fingern hält, so zeigt sich im Zinke eine eben so starke positive Spannung durch die Divergenz der Goldblättchen, als im Kupfer, wenn man nämlich die obere Kupferscheibe desselben Condensators zur Collectorscheibe macht, und mit einem zwischen den Fingern gehaltenen Krystalle von Graubraunsteinerz berührt, und

1 Schweigg. X. 823.

wie schon oben gezeigt worden ist, und Ritter's Resultate werden auch durch die Erfahrungen anderer Physiker bestätigt, wie z. B. Volta's, welcher gleichfalls bemerkte, dafs die el. Wirksamkeit des Zinks durch etwas Zinn oder Zinn und Blei zugleich in grofsem Grade erhöht werde[1], eben so Brugnatelli's, der Zusammensetzungen aus Zink und Spiefsglanz, Zink und Quecksilber mit Silber stärker wirken sah, als irgend ein anderes Metall, so wie durch meine eigenen Versuche in Beziehung auf das Messing und die Versetzungen des Zinks mit Zinn.

21. Die aufgestellte Spannungsreihe der trockenen Erreger gilt indefs nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen. In höheren Temperaturen ändert sich die galvanische Spannungsreihe gänzlich, und wird die umgekehrte, worauf die Erscheinungen des *Thermomagnetismus* beruhen, unter welchem Artikel von diesem Verhältnisse näher die Rede seyn wird. Zwei Stücke eines und desselben Metalls von einer Verschiedenheit der Temperatur, die 60 bis 100° R. beträgt, wirken schon merklich, wie zwei verschiedene Metalle, die in der Spannungsreihe einander nahe stehen, und zwar verhält sich von den dem negativen Ende näher liegenden Metallen wie Kupfer, Platin das heifsere als das positive, das kältere als das negative, wie namentlich Walker bei einer einfachen Kette aus Platin, Schwefelsäure, Platin, die durch einen Multiplicator geschlossen wurde, an der Art der Abweichung der Magnetnadel[2], Schweigger bei einer mehrfachen Kette oder einer Art von Kasten-Apparat aus, durch eine Weingeistlampe erhitztem, Kupfer, Kupfer von der gewöhnlichen Temperatur und Salzsäure fand, wobei nach der Seite des ersteren hin der Sauerstoffpol lag[3]. Mit diesen Erfahrungen scheinen die von Marianini[4] auf den ersten Blick nicht ganz in Uebereinstimmung zu stehen, da bei einer Kette aus Kupfer und Zink und einer aus Silber und Zinn, die Intensität des el. Stromes, durch die Gröfse der Ablenkung der Magnetnadel gemessen, bei der Erwärmung des Kupfers so wie des Silbers (des letzteren sogar bis zum Rothglühen) zunahm, ohngeachtet, wenn durch Erhitzung die ne-

1 G. X. 425. Anm.
2 Ebend. LXXX. 326.
3 Gehlen's Journal. IX. 705.
4 Schweigg. J. N. R. XIX. 45.

gativen Metalle einen mehr positiven Charakter annehmen, wegen des nun geringeren Spannungsunterschiedes zwischen Zink und dem heifsen Kupfer, Zinn und dem rothglühenden Silber die Wirkung hätte schwächer seyn sollen. Da indefs die Lebhaftigkeit der Thätigkeit in der geschlossenen Kette nicht blofs durch diesen Umstand, sondern auch durch das Leitungsvermögen, vorzüglich des flüssigen Leiters, bestimmt, dieses aber durch Erwärmung sehr erhöht wird, so könnte die davon abhängige Verstärkung der Schwächung durch den zweiten Umstand soweit entgegen wirken, dafs selbst noch ein Ueberschufs für die Verstärkung der Thätigkeit (der el. Strömung) übrig bliebe. Auch die Erhitzung des Zinks verstärkte in obiger Kette die Wirkung, ohngeachtet auch hier von der einen Seite eher eine Schwächung zu erwarten war, da nach der thermomagnetischen Reihe zu schliefsen, die positiven Metalle durch Erhitzung an Positivität abnehmen, folglich der Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Zink vermindert werden müfste, ohne Zweifel aus demselben Grunde der Verstärkung des Leitungsvermögens.

22. Aufser der verschiedenen Temperatur haben noch andere Umstände einen merklichen Einfluſs auf den Grad und die Art der el. Erregung, welche irgend ein Erreger der ersten Classe a mit den übrigen zeigt, so dafs dadurch seine Stelle in der Spannungsreihe und eben damit seine ganze Rolle in der galvanischen Action sich merklich ändern kann. Es finden sich hierüber viele zerstreute Erfahrungen, neuerlich hat aber besonders wieder MARIANINI[1] interessante Versuche darüber bekannt gemacht. Er führt als solche Umstände die Oxydation, die el. Strömung, welcher die Erreger eine Zeitlang in einer geschlossenen Kette unterworfen werden, und die Einwirkung des flüssigen Leiters an, und hat sich zur Auffindung dieser Veränderungen der Magnetnadel mit dem Multiplicator als des empfindlichsten Reagens (nach 17) für diese Art der el. Erregung bedient. Die Oxydation, auch nur eine höchst oberflächliche, erhöht im Allgemeinen den negativen Charakter und kann die Stelle eines trockenen Erregers um viele Glieder verrücken. Streng genommen, ist derselbe freilich dann ein ganz anderer Körper geworden und er müfste als solcher besonders in der

1 Schweigg. N. R. XIX. 34. ff.

Spannungsreihe aufgeführt werden, wie auch mit der Kohle u einigen Metallen von Marianini in der von ihm aufgestell Spannungsreihe geschehen ist.

Durch Versuche am Condensator ist zwar dieser Einfl der Oxydation auf Veränderung des el. Verhaltens unmittel nicht untersucht worden, aber aus der Rolle, welche ein veränderter Körper in der Kette spielt, läfst sich analogi darauf schliefsen, wobei jedoch nicht zu übersehen ist, dafs veränderte elektromotorische Verhältnifs des Oxyds gegen Flüssigkeit selbst an dem Erfolge einen wesentlichen Ant mit haben kann (vgl. 18). So kann eine an sich ganz unwi same zweigliedrige Kette aus zwei einander in jeder Hins ganz gleichen Metallplatten und einer Flüssigkeit sogleich wi sam gemacht werden, wenn man die eine Metallplatte in U stände versetzt, die eine leichte Oxydation derselben veranl sen, und zwar tritt sie in Beziehung auf die unveränderte Pl dann stets als negativer Erreger auf. Dieses gilt namentlich zwei Eisen-, Zink-, Kupfer-, Blei-, Zinn- und Wismut Platten, wenn man sie beide in eine Flüssigkeit eintaucht, dann herauszieht, die eine sorgfältig abtrocknet, die andere a sich mit Rost überziehen läfst, und dann beide mit einander u jener Flüssigkeit zur Kette schliefst. Durch Oxydation ka man das Blei negativ gegen das Zinn machen, mit dem es seinem unveränderten metallischen Zustande positiv wird; wi aber in der geschlossenen Kette das Oxyd durch die gesäue Flüssigkeit weggeschafft, so nimmt es seinen vorigen Charak wieder an. Wismuth, Kobalt, Nickel und Antimon soll nach Marianini mit metallisch glänzendem Kupfer —, u oberflächlich oxydirtem + werden. Wird die Fläche des A timons ein wenig oxydirt, so wird es mit dem oberflächli oxydirten Kupfer —, und Wismuth mufs, je nachdem es ox dirt ist oder nicht, bald vor bald nach dem Kobalt eingere werden.

Ein zweiter Umstand, der auf die Veränderung des elektr motorischen Verhaltens Einflufs äufsert, ist die el. Strömu selbst, welcher ein Erreger in einer geschlossenen Kette au gesetzt wird. Elektrische Ströme gehören zu den Ursachen d Oxydation und Desoxydation, nur indirect daher könnte [illegible] die Veränderung beigemessen werden, welche sie in d[illegible] tromotorischen Kraft der Metalle hervorbringen, wel[illegible]

...e Veränderung nicht auch kund thäte ohne Spur gleichzeiti... Oxydation, und bei flüssigen Leitern von der verschieden... Art, vorausgesetzt, dafs sie gleiche Leitungsfähigkeit be... Ein Platin - Graphit - Paar veränderte durch mehrmals ...derholtes Eintauchen in ein Gemisch von 100 Theilen Was... und 1 Theil Schwefelsäure seinen Charakter so, dafs das ...prünglich positive Platin erst indifferent und zuletzt negativ ... den Graphit wurde, der besonders geprüft keine Verän...rung in seinem elektromotorischen Verhalten erlitten hatte. In ...des Wasser getaucht nahm das Platin seinen vorigen po... Charakter gegen den Graphit wieder an. Gold und Sil... beide positiv im Contact mit Graphit, bieten, obgleich ...e weniger ausgezeichnete Weise, die nämlichen Erschei...ungen dar. Ganz wie das Platin - Graphit - Paar verhält sich ... Platin - Gold - Paar, wo das Platin erst das positive ...d bildete. Ueberhaupt gilt nach MARIANINI's Versuchen ...mein der Satz, dafs in einer geschlossen Kette das ursprüng... positive Glied an Positivität, das ursprünglich negative an ...nität abnimmt, und die el. Pole sich gleichsam umkehren. ...n man daher ein Metall, das in einer ersten Kette durch ... solche Ladung seinen Charakter z. B. aus dem positiven ...den negativen, wie z. B. Platin, Gold, Silber, mit Graphit ...nden hatte, in eine entgegengesetzte Kette mit Zink, Blei, ...n oder Kupfer, so nimmt es durch eine entgegengesetzte Po...rung seinen vorigen positiven Charakter wieder an. Man kann ...e Ströme von zwei Metallplatten die wegen ihrer vollkom...nen Homogeneität in Beziehung auf einander ganz indifferent ... die eine relativ gegen die andere nach Belieben positiv ... negativ machen. Hat man z. B. von zwei solchen voll...nen homogenen Silberplatten die eine in Verbindung mit ...er Zinkplatte nur eine Minute lang im Wasser einge...cht, welches $\frac{1}{15}$ Kochsalz enthält, dann wieder abge...knet, so zeigt sie sich + gegen die andere, dagegen ver...re diesen positiven Charakter wieder und nimmt in Be...ung auf dasselbe Silber einen negativen an, wenn man sie ... Zeitlang mit Graphit zur Kette geschlossen hat. Durch ...liche Versuche mit Metalllegirungen gegen die reinen Me... fand MARIANINI, dafs die elektromotorische Kraft eines ...s durch den Einfluss eines el. Stromes viel gröfsere Ver...gen erleiden kann, als durch einen gewissen Grad von

Legirung mit einem andern Metalle. Dafs, wenn gleich merkliche, chemische Veränderungen, nämlich oberflächl Hydrogenisationen und Oxydationen und nicht sowohl el. dungen der Metalle die Ursache dieser Veränderungen des vanischen Erregungswerthes derselben seyn dürften, mö man vielleicht aus einigen Erfahrungen Marianini's schlie So verschieden auch die Veränderungen der elektromotoris Kraft des Goldes und Platin's sind, wenn man diese Me der Luft aussetzt (durch allmäliges Oxydiren der Hydrog schicht), so beharren sie zugleich auch ganze Monate lan gleicher Kraft, wenn Circulation der Luft um dieselben v mieden wird, wenn sie z. B. in Papier eingewickelt werd So erhält Gold, das in einer Kette mit Zink an Positivität zu nommen hatte, seinen vorigen negativen Charakter wieder du blofses Eintauchen in eine schwache Säure. Auch beschrän sich die Modificationen des elektromotorischen Verhaltens auf den Theil der Platten, welcher mit dem flüssigen Leiter Contact war. Wenn man eine Goldplatte nimmt, und di nur zum dritten Theile ihrer ganzen Höhe, welcher mit Z zu einer Kette verbunden ist, näfst, mit dem entgegengesetz Drittel aber eben so verfährt, indem man es der Einwirku von Graphit unterwirft, so wird in Hinsicht auf elektromot sche Thätigkeit das erste Segment unter (näher nach dem Zi zu), das andere über dem Platin (nach dem — Ende der Re zu) stehend gefunden werden. Silber zeigt dieselben Ersch nungen. Je lebhafter die Thätigkeit der geschlossenen Ke ist, um so schneller erfolgen auch diese Umänderungen. den leichten oxydablen Metallen ist dieser Einfluss des el. St mes an und für sich auf die Veränderung des elektromotorisch Verhaltens weniger bestimmt auszumitteln, weil sich der E fluss einer merklichen Oxydation stets damit combinirt. Ind zeigen sich gerade hier einige Erscheinungen, die die ob gegebene Erklärung durch eigentlich chemische Veränderung etwas zweifelhaft machen. Kupfer nämlich, das nach Mari nini nur wenig mehr — gegen das Zink ist, als Messing st um vieles in seiner Negativität durch die Wirkung des Graphi durch den Einfluss des Zinks hingegen wird es positiv geg das Messing. Ganz von selbst aber nimmt es innerhalb 2—3 M seine natürliche Kraft wieder an. Dieselben Veränderungen tr ten beim Messing ein durch die Wirkung des Zinksund Graph

letzteren Falle zerstreut sich die erlangte höhere Negativität halb weniger Minuten von selbst. Da bei Anwendung der schen Erklärung hier eine stattgehabte oberflächliche Oxyda- des Messings angenommen werden mufste, so sieht man nicht ein, durch welchen chemischen Proceſs an der Luft sich Oxygen wieder zerstreuen, die Oxydschicht sich wieder ren sollte. Man wird eben darum geneigt, hier vielmehr *Ladungen* anzunehmen, auf welche wir bei Gelegenheit rer Phänomene wieder zurückkommen werden.

Eisen, Zinn und Quecksilber nehmen in Verbindung mit gativen Metallen nicht an Positivität ab, aber wohl mit Zink Kette geschlossen daran zu. Das Eisen erhält dann einen geren Werth als das Blei und das Zinn, es nimmt von s seinen natürlichen Zustand wieder an. Quecksilber t an Positivität nur durch mehrmaliges Zusammenbringen positiven Metallen zu, ist aber diese Veränderung einmal rch Einwirkung von Graphit wieder aufgehoben worden, so sie sich nachher viel leichter von Neuem wieder hervor- gen. Die Kraft des Zinks endlich läſst sich weder erhöhen ch vermindern durch die Einwirkung eines el. Stromes.

Noch scheint eine Einwirkung des flüssigen Leiters auf das elektromotorische Verhalten statt zu finden, die nicht ganz unter die Kategorie des Oxydationsverhältnisses zu bringen ist. Man tauche zwei vollkommen metallisch glänzende Zinkplatten nach einander in einer Zwischenzeit von einer Minute in eine Flüssig- keit, es sey nun eine Auflösung von Kochsalz, oder ein ge- wöhnliches Wasser, so wird die, welche zuletzt eingetaucht wurde, — werden gegen die andere. Läſst man nun diese im flüssigen Leiter, während man die erste herausnimmt, ab- trocknet und wieder eintaucht, so wird man bei abermaliger Schlieſsung beider zur Kette finden, daſs die Wirkung sich umgekehrt habe. Bei abwechselndem Herausnehmen und Ab- trocknen beider Platten wird die zuletzt abgetrocknete immer die negative seyn. Hierher gehört auch die von andern schon gemachte Erfahrung, daſs von zwei Stücken des nämlichen Me- talls, eingetaucht in eine Säure, welche fähig ist, sie anzugrei- fen, das zuerst eingetauchte +E annimmt im Verhältniſs zu dem andern, wenn man sie zur Kette schlieſst. Zink zeigt diese Erscheinung am auffallendsten, Blei, Eisen, Zinn im schwä-

cheren Grade, Messing, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Graphit zeigen nichts dergleichen.

Diese Erfahrungen beweisen zur Genüge, wie schwierig es ist, die Stelle irgend eines trockenen Erregers in der Spannungsreihe auf irgend eine absolute Weise zu bestimmen, und erklären auch die scheinbaren Widersprüche in den verschiedenen Angaben der Physiker in Hinsicht dieser Stelle; auch werden dadurch manche anomale Erscheinungen begreiflich, wovon noch weiter unten die Rede seyn wird (vgl. 38).

23. Eine merkwürdige Folge der Ordnung, in welcher (nach 19) alle trockenen Erreger eine grofse Spannungsreihe bilden, und des Gesetzes dieser Ordnung in Betreff der relativen Gröfse der Spannungsunterschiede ist nun, dafs, in welcher Menge und in welcher Ordnung man auch diese Erreger in der ungeschlossenen Kette an einander reiht, oder über einander schichtet, die dadurch an den beiden Endgliedern der Reihe hervorgebrachte Polarität, oder wenn das eine Endglied durch Verbindung mit dem Erdboden auf 0 gebracht ist, die respective + oder — Spannung am andern Endgliede stets der *Art* und *dem Grade nach dieselben sind*, als wenn die beiden Endglieder sich unmittelbar berührten, und keine Zwischenglieder, die ihre Wirkung auf einander vermitteln, sich zwischen ihnen befänden. Denkt man sich nämlich sämmtliche Erreger erst in ihrer der Spannungsreihe angemessenen Ordnung an einander gereiht, so folgt dieses ohne weiteres aus dem Gesetze, dafs die Summe der Spannungsunterschiede der Zwischenglieder zwischen je zwei Endgliedern eines Stückes der Reihe oder der ganzen Reihe gleich ist dem Spannungsunterschiede, welchen die beiden Endglieder unmittelbar mit einander geben; denkt man sich nun in einer solchen Reihe a, b, c, d, e ... zwei Erreger c, d gerade in der entgegengesetzten Lage, so kommt zwar durch die unmittelbare Wechselwirkung von d mit b, und von c mit e die Wirkung von c d doppelt in dem Sinne der Erregung, die sich in den Endgliedern zuletzt offenbart hinzu, indem nämlich b d nun gleich b c + c d und c e gleich c d + d e ist, es mufs aber die Wirkung c d wegen der entgegengesetzten Lage von c und d und der davon abhängigen entgegengesetzten Richtung einmal abgezogen werden, so dafs demnach dasselbe Quantum von Wirkung in beiden Fällen, nämlich b c + 2 c d + d e — c d = b c + c d + d e übrig bleibt. Dieselbe Schlufsfolge gilt gleichmäfsig, wenn

...n b mehrere Glieder überspringen liefse und z. B. mit f oder ...nd einem andern dem einen Ende näheren Gliede in Be...rung brächte; immer wird nach der einen Seite soviel ver...en, als nach der andern gewonnen wird, stets ergiebt sich ...leiche Resultat der Identität der durch Zwischenglieder der ...sten Classe in beliebiger Zahl und Ordnung vermittelten Er...ung zweier solcher Körper, mit ihrer durch unmittelbare Be...rung erhaltenen, womit auch die mit dem Condensator an...stellten Versuche, die in dieser Hinsicht die untrüglichsten ...nd, vollkommen übereinstimmen.

24. *Feuchte Erreger oder Erreger der zweiten Classe.* ...r zweiten Classe der Erreger des Galvanismus gehören alle ...ssen Körper, sofern sie zugleich wasserhaltig oder feucht ..., welcher Verbindung mit dem Wasser sie auch ihr Lei...vermögen für E. verdanken, so dafs man schon zum Vor...ihre Wirksamkeit in dem galvanischen Processe als von die... wesentlichen Mischungstheile derselben abhängig ansehen ...n. Indefs wird diese Wirksamkeit durch die sonstige Natur ... mit dem Wasser verbundenen Substanz sowohl der Art als ...m Grade nach wesentlich modificirt, in welcher Hinsicht ...lich die dreifache Verschiedenheit, ob diese Substanz ...acid, oder alkalisch oder neutral ist, in Betracht kommt. ...dieser Classe gehören auch alle feste und festweiche Theile ...ganischen animalischen und vegetabilischen Körper, so ...die Säfte derselben, die sämmtlich gleichfalls ihr Erregungs...Leitungsvermögen ihrem Wassergehalte zu verdanken schei...n, wobei jedoch auch hier die anderweitige Beschaffenheit ...Trägers jenes Wassers einen wesentlichen Einfluss äufsert.

25. Die Körper dieser zweiten Classe gehen mit allen Kör...n der ersten Classe oder den trockenen Erregern einen ganz ...chen el. Erregungsprocefs, wie diese unter sich, ein, d. h. ...n ihre blofse wechselseitige Berührung mit denselben wird ...s el. Gleichgewicht gestört, es tritt el. Polarität auf, und ...ar, wenn beide isolirt sind, + für den einen, — für den ...ern, und wie es scheint gleichfalls bis zu einem bestimm... unwandelbaren Spannungsunterschiede. Indefs herrschen ...r dieses für die Theorie des Galvanismus so wichtige Ver...fs grofse Widersprüche unter den Resultaten der Versuche ...schiedener Physiker, wovon der Grund vorzüglich mit in ...n davon unzertrennlichen, aus der Beschreibung der Versu-

che selbst zu ersehenden Schwierigkeiten liegt, von denen eine darin besteht, dafs diese Körper schon in der wechselseitigen Berührung mit einander durch einen zwischen ihnen eintretenden chemischen Procefs ihre Natur verändern (die Metalle z. B. sich oxydiren), womit auch das Resultat des Versuchs sich abändern mufs. Es wird also gerade in Beziehung auf diese Erreger wichtig seyn, von den Arbeiten der vorzüglichsten Galvanisten Rechenschaft zu geben, mit einer kritischen Prüfung, wozu ich mich durch eigene Untersuchungen noch mehr in Stand zu setzen suchte; um doch einige sichere Resultate als eine Grundlage füe die Theorie selbst, zu gewinnen.

Volta, dem wir auch über dieses Verhältnifs die ersten Entdeckungen verdanken, hat seine Versuche hierüber in seinen Briefen an Aldini bekannt gemacht[1]. Zur Ausmittelung dieser el. Erregung tränkte er Scheiben von Holz, Leder oder Pappe mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, und trug vorzüglich dafür Sorge, dafs keine eigentliche Nässe an ihnen hängen blieb, weswegen er sie nach gehöriger Befeuchtung mit grauem Löschpapier so weit trocknete, bis sie auf diesem keine sichtbare Zeichen der Feuchtigkeit mehr zurückliefsen, oder liefs sie auch in einer Atmosphäre von mittlerer Trockenheit von 80 — 85 Graden nach Saussüre's Hygrometer von selbst trocken werden. Sind die Scheiben zu nafs, so bleibt bei der Trennung vom Metalle an demselben eine Schicht von Flüssigkeit hängen, in welchem Falle man also, wie Volta meint, nicht die im Metalle erregte E. ausmitteln könne, so wenig man die E., welche das Silber mit dem Zinn erhält, erfahren werde, wenn an diesem ein noch so dünnes Blättchen vom ersteren hängen bliebe. Werden die Scheiben zu trocken, so wirken sie schon mehr als Nichtleiter, die Resultate werden dann zweideutig, und häufig findet man dann in einigen Metallen, insbesondere im Zinke, die umgekehrte, nämlich + statt — E. Das weitere Verfahren ist das in 6 beschriebene. Die Scheiben selbst, nachdem sie von einander getrennt sind, werden an die Collectorplatte des Condensators angebracht, und dieses Verfahren so oft wiederholt, bis der Condensator hinlänglich stark geladen ist, um bei Aufhebung des Deckels die Strohhälmchen oder Goldblätt-

1 Ritter Beiträge 2ten Bd. 3, 4tes St. 51.

chen zum Divergiren zu bringen. Durch diese Versuche will nun VOLTA gefunden haben:

1. Dafs alle feuchte Leiter ohne Ausnahme mit allen Metallen + diese mit ihnen — werden, oder nach der von VOLTA angenommenen Franklin'schen Theorie, alle Metalle an die feuchten Leiter E. abgeben und diese von ihnen empfangen.

2. Dafs dieser el. Erregungsprocefs zwischen dem reinen Wasser und den Metallen im Ganzen wirksamer ist, als zwischen den salzigen Flüssigkeiten und den Metallen oder dafs das reine Wasser stärker + wird.

3. Dafs jedoch die alkalischen Laugen und selbst die Kalkmilch und das Kalkwasser beide bedeutend übertreffen, indem sie mit dem *Zinn* viel stärker + werden.

4. Dafs das *Zink*, das noch mit allen Metallen + el. wird, die merkwürdige Eigenschaft besitzt, mit allen Leitern der zweiten Classe stärker — zu werden, oder ihnen mehr E. abzugeben, als alle übrigen Metalle.

5. Dafs endlich mit Ausnahme von 3 der el. Erregungsprocefs zwischen den Metallen und den Flüssigkeiten im Ganzen nur schwach ist, und nur von einer Stärke wie derjenige, welcher zwischen zwei Metallen, die in der Spannungsreihe ganz nahe an einander stehen, wie z. B. Zinn und Blei statt findet.

Auch PARROT[1] will, wie VOLTA gefunden haben, dafs sowohl Wasser als mit Wasser verdünnte Säuren, namentlich verdünnte Salpetersäure, sowohl mit dem Zink als mit dem Kupfer +, diese Metalle — el. werden, und zwar die Säure in einem bedeutend höheren Grade als das blofse Wasser in dem Verhältnisse von 12¾ zu 1¾. Wenn man indefs PARROT's Versuche genauer ansieht, so überzeugt man sich bald, dafs dieselben keine reinen Resultate über die Erregung von E. in der wechselseitigen Berührung der Metalle und feuchten Leiter geben konnten, indem sich vielmehr die durch die Wirkung der Metalle auf einander in der blofsen Berührung erregte E. mit einmischte. Da nämlich die Platten seines Cuthbertson'schen Condensators von Messing waren, so mufste in dem Versuche, wo die mit Salpetersäure getränkte Pappscheibe mit dem feuchten Erdboden in Verbindung stand, auf welcher die Zinkplatte ruhte, ohngeachtet der Leiter, vermöge dessen der Condensa-

1 Dessen Grundrifs der theoretischen Physik II. 563.

tor mit der Zinkblatte in Berührung gebracht wurde, sich in Zink endigte, doch in der Messingplatte die E. erregt und condensirt werden, welche Zink im Messing hervorruft, also starke negative. Eben so erklärt sich die schwächere Spannung bei der Anwendung des Kupfers, da dieses das Messing in einem viel geringeren Grade — macht, als das Zink. Bei der Umkehrung der Versuche wirkten noch mehrere Erregungen zu dem Resultate zusammen, indem nämlich vom Condensator ausgegangen die einzelnen Glieder sich so folgten: Messing, Gold, feuchte Pappe, Zink (oder Kupfer) Erdboden, deren el. Erregungen nach ihrer wechselseitigen Ausgleichung um so mehr im Messing + ausfallen mufsten, da das in Berührung mit der feuchten Pappe + gewordene Gold das Messing um so positiver machen mufste.

Abweichend von den angeführten Resultaten sind die durch Humphry Davy erhaltenen, die er in seiner classischen Abhandlung über einige chemische Wirkungen der E.[1] mitgetheilt hat. Bei Anwendung der Leiter der zweiten Classe in ihrem mehr flüssigen Zustande erhielt er weder mit dem Cuthbertson'schen Condensator noch mit dem Nicholson'schen Duplicator befriedigende Resultate. Er beschränkte sich daher sie im trockenen Zustande anzuwenden. Die Säuren, namentlich Bernstein- Benzoe - oder Boraxsäure vollkommen trocken, entweder in Pulvergestalt oder krystallinisch, mit einer durch einen gläsernen Handgriff isolirten Kupferplatte in eine hinlänglich ausgedehnte Berührung gebracht, machten dieselbe + el. und bei günstiger Witterung reichte oft eine einzige Berührung des Metalls hin, um eine merkliche Ladung hervorzubringen, und selten bedurfte es deren mehr als 5 oder 6. Die positive Ladung des Metalls schien von gleicher Intensität zu seyn, es mochte auf Glas isolirt seyn oder mit dem Erdboden in Verbindung stehen. Andere Metalle, wie Zink, Zinn, zeigten denselben Erfolg. Phosphorsäure, im festen Zustande einige Zeit geglüht und sorgfältig gegen den Zutritt der Luft verwahrt, machte nach 4 Berührungen die isolirte Zinkplatte +, einige Minuten der Luft ausgesetzt verlor sie ihre Wirksamkeit.

Ein gerade entgegengesetztes Verhalten zeigten die Alkalien und alkalischen Erden. Namentlich wurden jene Metall-

1 Gehlen's Journal für Chemie, Physik u. s. w. V. 95.

platten mit trockenem Kalke, Strontian oder Talkerde in Berührung gebracht —, eine einzige Berührung in einer grofsen Fläche reichte schon zur Mittheilung einer beträchtlichen Ladung hin. Damit die Versuche gelangen, war es wesentlich, dafs die Körper gleiche Temperatur mit der Atmosphäre hatten. In einigen Versuchen, die Davy während ihres Erkaltens nach dem Glühen anstellte, zeigten sie sich sehr el., und machten die Metalle positiv, eine der ersten Erfahrungen über die Umkehrung der Spannungsreihe in höherer Temperatur, wovon der Thermomagnetismus abhängt. Mit dem Kali konnte Davy keine befriedigende Resultate erhalten, und er schreibt dieses seiner schnellen Anziehung von Feuchtigkeit zu. Frisch mit aller Sorgfalt bereitetes und gegen den Zutritt der Luft beim Erkalten verwahrtes Natron verhielt sich mit den Metallen wie jene alkalischen Erden. Im ersten Versuche gaben 6 Berührungen dem Condensator eine hinlängliche Ladung, im zweiten Versuche waren 10 Berührungen nöthig, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, worauf schon nach zwei Minuten die Ladung verschwand. Durch Versuche mit Säulen, welche aus einer Metallplatte und verschiedenen Schichten von Flüssigkeiten zusammengesetzt waren, fand Davy auf indirecte Weise, dafs die Auflösung der Schwefelleber im Wasser viel wirksamer, als die alkalischen Auflösungen, besonders mit dem Silber, Kupfer und Blei war, dasselbe negativ zu machen. Ein besonders wichtiger Versuch in dieser Hinsicht war der mit einer Säule aus Kupfer, Eisen, und einer mit einer Auflösung von Schwefelleber getränkten Pappscheibe, wo die + Erregung der Schwefelleber mit dem Kupfer stark genug war, um die des Eisens zu übertreffen, dergestalt, dafs der + Pol nun nicht nach der Seite des Eisens, sondern nach derjenigen des Kupfers hinfiel.

Auch zeigte sich das liquide Chlor wirksamer, die Metalle + zu erregen, als die concentrirteste Auflösung von gewöhnlicher Salzsäure. Die neutralen Körper fand Davy ohne alle Wirkung auf alle Metalle[1]. Salpetersaures und schwefelsaures Kali, salzsaurer Kalk, chlorsaures Kali ohngeachtet sie zu wiederholten Malen mit einer sehr breiten Oberfläche von Zink und Kupferscheiben in Berührung gebracht wurden, theilten ihnen doch keine el. Ladung mit, dagegen ertheilten ihnen das nicht

1 a. a. O. S. 46.

vollkommen kohlengesäuerte Kali und der Borax eine schwa
negative Ladung, der Alaun und der säuerliche phosphors
Kalk eine schwache positive Ladung.

Ritter hat diesen Gegenstand nicht sowohl durch n
Versuche aufgeklärt, als vielmehr durch kühne Hypothesen v
wirrt. Ihm zufolge[1] sollte zwischen allen Körpern eine dop
el. Erregungsfähigkeit statt finden, und eben damit eine d
pelte Spannungsreihe. Nach dem Gesetze der ersten Sp
nungsreihe oder einer bedingten beschränkten el. Erregun
fähigkeit sollten sämmtliche flüssige Leiter an dem einen, u
zwar dem — Ende einer für sie mit dem trockenen Erreger g
meinschaftlichen Spannungsreihe stehen, nämlich die Säu
am äufsersten Ende und die Laugensalze unmittelbar über d
trockenen Erregern, so dafs alle Flüfsigkeiten mit letzteren
diese mit ihnen + würden; nach dem Gesetze der zweiten Spa
nungsreihe oder der sogenannten unbedingten oder unbeschran
ten el. Erregung, die mit dem innigen Conflicte im chemisch
Processe eintrete, sollte diese Ordnung sich gerade umkehre
und die Flüssigkeiten an das entgegengesetzte Ende verrüc
werden, sich unter diesen Umständen vielmehr + mit den M
tallen verhalten. Ritter beruft sich zur Begründung dies
Resultates auf Versuche Volta's, welchen zufolge[2] die Meta
unter Umständen, die dem chemischen Processe ungünstig sin
mit den befeuchteten Platten gerade die entgegengesetzte E. ze
gen sollen von derjenigen, wenn die Umstände dem chemisch
Processe günstig sind. Die blofse ruhige Berührung der Metal
mit den befeuchteten Platten soll nämlich die Tendenz haben
die Metalle — zu machen, dagegen der Druck nicht mehr in dem
selben Grade, sondern eher schon +, der Stofs noch sicherer +
und endlich das Hin- und Herreiben am sichersten +. Wen
wir nun auch zugeben wollten, dafs diese beiden letzteren Um
stände dem chemischen Processe nicht günstig sind, da in bei
den Fällen dieselben Puncte zu schnell aufser Berührung mi
einander kommen, und zu jedem chemischen Processe eine ge
wisse Dauer der Berührung erforderlich ist, so scheint doch de
Druck, der in vielen Fällen den chemischen Procefs erst einlei

1 S. Dessen el. System der Körper von S. 42 an und meine Re
cension desselben in G. XXVIII. 223.

2 Anali di Chimica. XIV. 35—39. El. System. S. 82—83.

nicht wohl als ein Hindernifs desselben angenommen werden zu dürfen. Noch glaubte Ritter aus einigen wenigen Versuchen mit Säulen von ähnlicher Art, wie die von Davy aus einer Metallplatte und zwei Flüssigkeiten, verglichen aus Versuchen mit der einfachen Kette, den Schlufs ziehen zu dürfen, dafs das el. Verhalten der sauren und alkalischen Flüssigkeiten mit den Metallen sich durch Verdünnung mit Wasser gerade in das entgegengesetzte von demjenigen umkehre, welches sie im concentrirten Zustande zeigen. Nach zwei von ihm aufgestellten Schematen[1] würden die alkalischen Laugen im concentrirten Zustande mit den Metallen + el. durch eine geringe Verdünnung in ihrer positiven Erregung gesteigert werden, dann aber durch eine weiter und weiter fortschreitende Verdünnung so abnehmen, und diese durch 0 hindurch sich in die entgegengesetzte verwandeln, gleichfalls erst zunehmen, dann wieder abnehmen und endlich bei 0 anlangen. Umgekehrt würden sich die Säuren verhalten. Wie wenig diese Behauptungen mit genauen Versuchen übereinstimmen, wird sich weiter unten ergeben.

Auch Dr. Heidmann in Wien[2] hat das Verhalten der feuchten Erreger gegen die trockenen zu bestimmen gesucht, einmal indem er Säulen aus einem trockenen Erreger und zwei flüssigen aufbaute, und durch eine Gasentbindungsröhre, die er mit den Enden einer solchen Säule verband, den Hydrogen- und Oxygenpol bestimmte, und zweitens, indem er die Flüssigkeiten in kleinen Uhrgläsern mit den Nerven der hinteren Extremitäten eines Froschpräparats in Berührung brachte, und die beiden Flüssigkeiten bald durch einen Platindraht, bald durch gut ausgeglühte Kohlenstücke und bald durch einen Bleidraht verband, wo dann die ausschliefsend oder doch am stärksten eintretende *Schliefsungszuckung* in dem einen und die *Trennungszuckung* in dem andern Schenkel den + Charakter der mit dem Nerven des erstern, und den — Charakter der mit dem Nerven des andern Schenkels verbundenen Flüssigkeit anzeigten, indem jene auch dann wie das mit demselben Nerven in Verbindung stehende + Zink, diese wie das mit den andern verbundene — Kupfer verhielt. Als Resultat aus diesen Versuchen stellte Heidmann den Satz auf, dafs jederzeit von zwei heterogenen Fig. 80.

1 a. a. O. S. 28.

2 G. XXI. 85.

Flüssigkeiten, deren eine ein bestimmtes Metall mehr oder w
niger zu oxydiren vermag, die zweite aber diese Wirkung
nicht oder viel schwächer ausübt, die erste den Oxygen –,
zweite den Hydrogen-Pol bestimme. Er hat hiernach die Fl
sigkeiten in eine Reihe geordnet, von deren einem Ende a
gegangen die jenem Ende näher stehende mit der darauf fol
den in Combination mit einem trockenen Leiter den Oxyg
Pol oder die Schliefsungs-Zuckung giebt, welche dann zugl
die mehr oxydirende seyn soll, und glaubt sogar, durch di
Versuche lasse sich die comparative Oxydations-Wirksam
der verschiedenen Flüssigkeiten auf die Metalle genauer besti
men, als durch chemische Versuche an und für sich. Das
oder Oxygenende dieser Reihe bildet das Chlor, dann fo
die verschiedenen andern Säuren, die verschiedenen Schwe
lebern, die verschiedenen Salze, ohne eine bestimmte Re
weder was ihre Säure noch was ihre Basis betrifft, nur d
die Metallsalze näher dem Hydrogen-Ende stehen, als die
kali- und Erdsalze, hierauf die Laugensalze, Blutwasser, Bl
frische noch feuchte Muskeln, frische Nerven, Wasser, Sp
chel, Pflanzensäfte, Milch, Wein. Dafs diese Reihe sch
nicht auf gleiche Weise für alle trockenen Erreger gelte,
giebt sich aus einem, von dem Verfasser selbst angeführten V
suche, nach welchem in der Kette: liquides Schwefelkali, S
ber, salzsaures Natron, der Oxygenpol auf die Seite des Schw
felkalis, bei der Vertauschung des Silbers mit Blei aber auf d
Seite des Kochsalzes fiel, und diese Flüssigkeiten demnach
Beziehung auf diese beiden Metalle eine entgegengesetzte Or
nung beobachten. Aufserdem geben aber alle solche Versu
nie ein directes reines Resultat über das el. Verhalten der Flü
sigkeiten mit dem trockenen Erreger, da in den Säulen die La
der Pole zugleich mit durch die el. Erregung der Flüssigkeiten u
ter einander, und in den Versuchen mit den Froschpräparaten dur
die el. Erregung jeder derselben mit den Nerven bestimmt wir

Poggendorff suchte das Verhalten der feuchten Erreg
mit den trockenen nach der in No. 17 angegebenen Metho
durch die Einwirkung einer, aus zwei feuchten Erregern u
einem trockenen bestehenden, einfachen geschlossenen Ket
auf die Magnetnadel vermittelst des Multiplcators zu bestimmen

1 Isis 1821. 1r Bd. S. 703.

[illegible]lich in dieser Hinsicht das Verhalten einer Kette, die an [illegible] Enden mit demseben Metalle geschlossen wird, mit [illegible] Verhalteen der gewöhnlichen einfachen Zinkkupferkette, in [illegible] Mitte sich der feuchte Leiter befindet. In diesem Falle Fig. 81.
[illegible] der + (oder nach Franklin's Theorie der einseitige) el. [illegible] von dem obern Kupfer (c) durch den Multiplicator nach [illegible] untern Zinke (z) in der Richtung, wie ihn die Pfeile an- [illegible] und ersteres ist das negative, letzteres das positive Me- [illegible] Fand nun bei irgend einer Kette, die an beiden Enden [illegible]selben Metalle M, M′ geschlossen ward, zwischen wel- Fig. 82.
[illegible] beiden Metallplatten sich zwei oder mehrere flüssige Lei- [illegible] und f′ befanden, dieselbe Abweichung der Magnetnadel [illegible] die westliche statt, wenn diese durch die Kette den in der [illegible]genommenen Windungen des Multiplicators gemäſs her- Fig. 81.
[illegible]cht wird, so ging auch in diesem Falle der + Strom in [illegible] Richtung durch den Multiplicator von dem oberen [illegible] M′ nach dem untern, und das untere Metall hatte dann [illegible] Werth, wie in der ersten Kette das Zink, oder ver- Fig. 82.
[illegible] sich als positives; bei entgegengesetzter Abweichung [illegible] der Strom die entgegengesetzte Richtung haben, und [illegible] untere Metall war dann vielmehr das Aequivalent des nega- [illegible] oder des Kupfers.

So war nun in den folgenden Ketten das erste Glied als [illegible] genommen, also an der Stelle befindlich, wo in [illegible] das Zink sich befindet, und nach unserer Zeichnung [illegible] Abweichung westlich ist[1].

Zink, Wasser, Schwefelsäure, Zink
Zink, Wasser, Aetzammoniak, Zink
Zink, Wasser, Aetzkali, Zink
Zink, Schwefelsäure, Wasser, Ammoniak, Zink
Zink, Wasser, Salmiak, Zink
Zink, Wasser, schwefelsaures Natron, Zink.

Die Abweichung stets *östlich* eben so, wenn statt des Zinks [illegible] und Kupfer genommen wurden, folglich das untere Metall [illegible] war, und der positiv el. (oder der einseitige) Strom vom [illegible] nach dem obern Metall durch den Multiplicator ging.

[1] [illegible]ENDORFF giebt sie für diesen Fall als östlich an, was sei- [illegible] in der Richtung, in welcher die Windungen des Multi- [illegible], hatte, weswegen bei ihm da von östlicher Abwei- [illegible] Rede ist, wo ich westlich setzte.

Eben so war in Ketten von:

Silber, Wasser, Ammoniak, Silber
Silber, Wasser, Salzsäure, Silber
Silber, Salzsäure, Ammoniak, Wasser, Silber

die Abweichung gleichfalls *östlich*; eben so in den Ketten.

Gold, Wasser, Ammoniak, Gold
Gold, Wasser, Salzsäure, Gold
Kohle, Schwefelsäure, Wasser, Kohle
Kohle, Schwefelsäure, Wasser, Ammoniak, Kohle
Graphit, Wasser, Ammoniak, Graphit
Graphit, Schwefelsäure, Wasser, Graphit
Zink, Schwefelkali, Wasser, Zink
Zink, Schwefelkali, Wasser, Schwefelsäure, Zink.

Dagegen *westlich* in den Ketten:

Gold, Ammoniak, Wasser, Salzsäure, Gold
Kohle, Ammoniak, Wasser, Kohle
Graphit, Ammoniak, Wasser, Schwefelsäure, Graphit
Kupfer, Schwefelsäure, Wasser, Kupfer
Kupfer, Schwefelkali, Wasser, Schwefelsäure, Kupfer.

Blei, Zinn, Silber und Eisen auf gleiche Art mit Schwefelkali und Wasser, oder Schwefelkali, Wasser und Schwefelsäure geschichtet, gaben dieselben Abweichungen wie das Kupfer.

Poggendorff bemerkte, dafs wenn man eine Kette von Metall + $\left\{\begin{matrix}\text{Base}\\\text{Säure}\end{matrix}\right\}$ oder + Wasser oder + Metall schliefse, man gewöhnlich im ersten Augenblicke eine starke Abweichung nach Westen (oder bei der Richtung der Umschlingungen unsers Multiplicators nach Osten) habe, wonach also eine solche Kette das Aequivalent einer aus Kupfer, Feuchtigkeit, Zink seyn oder das zuerst genannte Metall sich negativ verhalten würde, dafs aber diese Abweichung bald darauf zu sinken anfange, die Nadel in einigen Minuten in den magnetischen Meridian zurückkehre, und die zuerst westliche (östliche) in die entgegengesetzte östliche (westliche) sich verwandle, welche Umkehrung der Polarität Poggendorff aus Ritter's oben erwähnten Erfahrungen über die Verwechselung der el. Polaritäten, der concentrirten Säuren und alkalischen Laugen mit den Metallen durch successive Verdünnung mit Wasser erklären zu können glaubt, indem in den obigen Versuchen die Säure in Berührung mit der mit Wasser befeuchteten Pappe sich allmälig

mit dem Wasser verbinde, und eben darum durch die verschiedensten Grade der Diluition hindurchgehe. Dafs diese Verdünnung, wenn sie auch wirklich die behaupteten Folgen hätte, hier nicht als die Ursache jenes Phänomens angenommen werden könne, sondern dafs der Grund in der an der Oberfläche der einen Metallplatte eintretenden Oxydation und damit gegebenen Umkehrung ihrer el. Polarität mit der Flüssigkeit liege, erhellet zur Genüge daraus, dafs wenn die ursprüngliche Ablenkung der Magnetnadel sich bereits in die entgegengesetzte verwandelt hat, man die erste ursprüngliche beinahe wieder in ihrer ganzen Stärke herstellen kann, wenn man blofs die Metallplatten verwechselt, oder neue für sie substituirt, dabei aber die feuchten Pappen unverändert läfst. Uebrigens lassen sich aus dergleichen Versuchen mit geschlossenen Ketten keine sichere Schlüsse über die el. Erregung der flüssigen Leiter mit den Metallen machen, weil die Richtung des el. Stromes (an dessen Stelle sich die Dynamisten eine Art der Vertheilung der polaren Thätigkeiten denken können), und die darnach zu bestimmende positive oder negative Beschaffenheit der an beiden Enden befindlichen Metalle nicht die einseitige Wirkung der Erregung des Metalls durch die Flüssigkeiten ist, sondern das Resultat der Ausgleichungen mehrerer Spannungen. Betrachten wir nämlich die zwei einfachen Ketten dieser Art aus Zink, Wasser, Schwefelsäure und Zink und die, worin Zink, Wasser, Ammoniak und Zink auf einander folgen, wo in beiden Fällen das untere Zink einen negativen Charakter zeigt, d. h. der positive Strom von diesem aus nach dem obern Zinke und von diesem durch die feuchten Leiter nach dem untern Zinke zurückgeht, so läfst sich dieser Effect unter mehreren sehr verschiedenen Voraussetzungen erklären; einmal nämlich daraus, dafs in allen dreien Berührungsflächen die el. Erregung in demselben Sinne statt findet, d. h. dafs das Wasser sich mit dem Zinke, eben so das Aetzammoniak, so wie die Schwefelsäure mit dem Wasser, endlich das Zink mit der Schwefelsäure und dem Ammoniak sich negativ verhalten, oder dafs in zwei Berührungsflächen die Erregung in dieser Richtung geschieht, und die Summe dieser Erregungen gröfser ist, als die ihr entgegengesetzte; endlich dafs nur in der einen Berührungsfläche die Erregung die angezeigte Richtung hat, aber mit einer gröfseren Intensität geschieht, als die Summe der beiden entgegengesetz-

ten Richtungen ausmacht. Sind mehr als drei Glieder in der Kette (das Metall für ein einziges genommen), so entstehen noch mehrere Combinationen, und das Resultat wird noch verwickelter.

Man kann daher eben so wenig aus diesen Versuchen an und für sich über die el. Erregung entscheiden, welche die feuchten Leiter unter einander eingehen, indem z. B. in den beiden angeführten Ketten derselbe Effect herauskommen kann, ob die Schwefelsäure und das Ammoniak die gleiche oder die entgegengesetzte Polarität mit dem Wasser annehme, sofern nämlich das, was in dem letzten Falle in der einen Richtung dadurch verloren geht, durch eine entgegengesetzte Erregung mit dem Metalle wieder ausgeglichen werden könnte.

Die meisten Versuche zur Bestimmung des Verhältnisses hat Becquerel angestellt, wobei er sich gleichfalls der Magnetnadel mit dem Multiplicator, dann aber auch der Condensatoren bediente. Er ist aber in mehrere Irrthümer hierbei verfallen. Schon die von ihm gewählte Bezeichnungsart kann leicht zu Mifsverständnissen Veranlassung geben. Er hatte seine ersten Versuche[1] mit der Magnetnadel angestellt, um die E., welche im chemischen Processe, namentlich bei der Auflösung trockener Alkalien in Säuren, so wie der trockenen Metalloxyde, wie des Zinkbleioxyds in Alkalien erregt wird, auszumitteln. Hierbei endigte nämlich der Draht des Multiplicators mit dem einen Ende in ein Platinschälchen und an dem andern Ende war ein Zängelchen von Platin befestigt, in welchem ein Stückchen des trockenen, jedoch schwach befeuchteten Alkalis oder des Metalloxyds gehalten wurde, das demnächst mit der Säure im Platinschälchen in Berührung kam. Wenn nun in diesem Falle der el. Strom nach der Säure durch den verbindenden Kreis des Multiplicators wieder zurück zum Alkali statt fand, so bediente er sich gewöhnlich zur Abkürzung des Ausdrucks „*der Strom gehe von der Säure zum Alkali*[2], was leicht die unrichtige Idee erregen könnte, dafs der Strom unmittelbar in der Berührungsfläche von der Säure zum Alkali gehe, wo also die Säure der — das Alkali der + Körper seyn würde, wovon aber unter den angegebenen Umständen gerade das Gegentheil statt findet, wie auch Becquerel selbst an einem andern Orte richtig be-

1 Ueber el. Wirkungen u. s. w. Schweigg. N. R. X. 384.

2 a. a. O. S. 397. 398.

merkt. Eine weitere Ueberlegung belehrte ihn, dafs nicht sowohl die durch den chemischen Procefs (die Auflösung) als vielmehr im ersten Beginn desselben die durch die Berührung zwischen der Säure (dem Oxyde) und dem Alkali erregte E. diese Strömung bewirke, und dafs hierbei vorzüglich auch die el. Erregung, welche zwischen der Flüssigkeit (der Säure oder der alkalischen Lauge) und dem Platinlöffelchen, so wie zwischen dem Stückchen Alkali oder Oxyde und dem Platinzängelchen in Betracht komme, und die Strömung demnach das Resultat mehrerer el. Erregungen zugleich sey. Um also die Elementarwirkungen einzeln genauer bestimmen zu können, nahm er zu Bohnenberger's Elektrometer, auf welches ein Condensator aufgeschraubt war, seine Zuflucht[1]. Er stellte zu diesem Ende ein Schälchen von Kupfer auf die obere Condensatorplatte, die gleichfalls von Kupfer war, füllte dasselbe mit einer Auflösung von fixem oder flüchtigem Laugensalze, und brachte diese durch Eintauchen des Fingers oder durch einen feuchten Streifen Goldschlägerhaut, so wie auch die untere Platte des Condensators mit dem Erdboden in leitende Gemeinschaft. Als wenige Augenblicke nachher die obere Platte abgehoben wurde, bewegte sich das Goldblättchen zum — Pole hin, woraus Becquerel folgerte, dafs die alkalische Auflösung bei ihrer Berührung mit dem Kupfer +, das Metall —E angenommen habe. Die Anwendung der Schwefelsäure auf gleiche Weise gab ein entgegengesetztes Resultat, diese verhielt sich negativ, das Kupfer positiv.

Um auch die elektrische Erregung des Platins mit diesen Flüssigkeiten auszumitteln, wurde ein mit einer alkalischen Auflösung gefülltes Platinschälchen auf die obere Platte des Condensators gestellt, darauf einerseits die untere Platte mit einem Platinbleche, andererseits die Flüssigkeit mit dem Finger berührt. Auf solche Art wurden nach Becquerel's Meinung die elektromotorischen Wirkungen zwischen Platin und Kupfer aufgehoben, weil sie von beiden Seiten gleich waren; in einem andern Versuche wurde die elektromotorische Wirkung des Platins auf das Kupfer des Condensators durch Zwischenbringung eines nassen Papierstreifens zwischen das Kupfer und Platinschälchen beseitigt, eben so wurde bei einem Zinkschälchen verfahren; in

1 Von den elektromotorischen Wirkungen u. s. w. Schweigg N. R. XIII. 71.

beiden Fällen wurden dieselben Resultate wie mit Kupfer erhalten. Platin und Zink wurden nämlich gleichmäfsig mit alkalischen Flüssigkeiten negativ, diese positiv, mit concentrirten Säuren positiv, diese negativ. Wurde die Säure mit Wasser verdünnt, so gab sie gar keine freie E. zu erkennen. Schweigger macht in einer Anmerkung zur Uebersetzung jenes Aufsatzes gegen die Art die elektromotorische Einwirkung des obern Platins auf das Kupfer durch Berührung der untern Kupferplatte gleichfalls mit Platin den Einwurf, dafs Kupfer auch zwischen zwei ihm heterogenen oder unter sich gleichartigen Metallplatten, z. B. zwischen zwei Zinkplatten, in der Mitte liegend doch el. erregt werden könne. Mir scheint dieser Einwurf darum hier nicht anwendbar, weil diese el. Spannung, mit welcher das Kupfer allerdings unter diesen Umständen nach aufsen thätig seyn kann, nicht in der Richtung, in welcher die Condensatorplatten auf einander wirken, sondern nur in der Richtung seitwärts zur Manifestation kommt, und also nur einen zweiten Condensator und damit verbundenes Elektrometer afficiren könnte, nicht aber das in dem Versuche selbst gebrauchte. Dagegen macht die Beseitigung der elektromotorischen Wirkung durch Zwischenlegung eines feuchten Streifens Papier die Wirkung allerdings complicirt, und nicht blofs von der wechselseitigen Erregung des Zinks oder Platins mit der alkalischen oder sauren Flüssigkeit abhängig, da die Erregung zwischen dem blofsen Wasser und dem Kupfer einerseits und dem Platin andererseits mit in Betracht kommt. Silber auf dieselbe Weise untersucht zeigte kaum eine Spur von elektromotorischer Wirkung.

Becquerel prüfte ferner das Verhalten zweier verschiedener Metalle, wenn sie zu gleicher Zeit mit der alkalischen oder sauren Flüssigkeit in Berührung kommen, welcher Fall bekanntlich der gewöhnliche in der Volta'schen Säule ist. Für diesen Zweck füllte er das auf der obern Platte des Condensators stehende Kupferschälchen mit einer stark mit Wasser verdünnten Auflösung von Alkali oder Schwefelsäure, und berührte die Flüssigkeit mit einem Zinkbleche; in beiden Fällen zeigte sich das Kupferschälchen + el. geworden. Ward der Versuch umgekehrt, nämlich ein Zinkschälchen auf die Condensatorplatte aufgesetzt, und, um die Wirkung zwischen der kupfernen Platte und dem Zinke aufzuheben, die untere Platte des Condensators statt mit dem Finger mit Zink berührt, so bewegte sich das

Goldblättchen nach dem negativen Pole hin, zum Beweise, dafs das Zinkschälchen — el. geworden war. „Es erhellet aus diesen Versuchen, dafs wenn Kupfer und Zink durch eine saure oder alkalische Auflösung geschieden sind, Zink — und Kupfer + wird, umgekehrt also, als wenn beide sich in unmittelbarer Berührung befinden.“ Diese Versuche dehnte Becquerel[1] in der Folge noch auf mehrere Metalle aus, nämlich Gold, Silber, Platin, Eisen und Blei. Eine Platinkapsel sowohl mit concentrirter als mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllt, wurde mit allen jenen Metallen, so wie auch mit Kupfer und Zink, +. Eine Kapsel von Kupfer mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt, wurde mit Gold, Silber, Platin, Zink (?) —, mit Eisen und Blei 0; mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt mit den drei ersten Metallen und mit Blei gleichfalls —, mit Eisen und Zink +. Eine Kapsel von Platin mit einer Auflösung von Kali mit allen Metallen +; eine Kapsel von Kupfer mit einer Kalilösung mit den drei ersten Metallen —, mit Eisen und Zink +, mit Blei 0. Wenn man durch anderweitige Versuche die el. Spannung der einzelnen Metalle mit Flüssigkeiten bestimmt hat, so kann man aus diesen Versuchen ohne Weiteres leicht entnehmen, welches von den beiden Metallen die stärkere Spannung habe, wenn man voraussetzt, dafs die — E der Flüssigkeit, die von jedem Metalle seinerseits erregt wird, auf das gegenüberstehende Metall wirke. Denn wenn man die E. der Flüssigkeit, die mit dem eingetauchten Metalle in Berührung ist, $-\delta'$, und die des Metalls, aus welchem die Kapsel besteht, $+\delta$ nennt, so wird, wenn $\frac{+\delta-\delta'}{2}$ ein positives Resultat giebt, δ gröfser seyn müssen als δ'.

Um die Contactelektricität zwischen reinem Wasser und den Metallen zu prüfen, brachte Becquerel[2] ein mit destillirtem Wasser gefülltes Schälchen von Holz oder Porzellan auf die obere Platte des auf das Elektrometer geschraubten Condensators, und befeuchtete die Aufsenwände desselben gleichfalls mit Wasser, und um die davon abhängige, wenn gleich höchst schwache elektromotorische Wirkung auf die Platte des Condensators (die aber doch in der That nicht schwächer ist, als die,

1 Schweigg. N. R. XIV. 174.

2 Ebend.

welche Becquerel durch diese Versuche zu bestimmen suchte, da sie gleichfalls eine el. Erregung zwischen Wasser und dem Metalle des Condensators ist) für das Resultat des Versuchs verschwinden zu machen, wurde die untere Platte mit einem ähnlichen Gefäfse berührt, oder auch das untere Gefäfs gleichfalls mit destillirtem Wasser gefüllt, dann das Wasser von beiden Seiten mit dem Finger berührt und dadurch gegenseitig aufgehoben. Verschiedene Metallbleche zwischen den Fingern gehalten wurden in das Wasser eingetaucht. Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer theilten dem Wasser + E mit und wurden also selbst damit —, während Gold, Platin, Silber ihm — E mittheilten und also ihrerseits + damit wurden. Das Wasser verhielt sich also mit den leichter oxydabeln Metallen wie die Alkalien in ihrer Wirkung mit den Säuren (worüber jedoch, wie oben bemerkt worden, die Aussage der Versuche als unentschieden angesehen werden mufs). Diese Wirkung fand auch noch statt, wenn das Wasser eine kleine Menge Schwefelsäure enthielt, und wenn also gleich hierbei eine chemische Wirkung auf das Zink und Eisen eintrat (die Becquerel durch eine Reihe anderweitiger Versuche zu bestimmen und als die entgegengesetzte der el. Erregung in der Berührung zu finden geglaubt hatte), so wurde doch die elektromotorische dadurch nicht verhindert, und wurden Gold und Platin vorher einige Augenblicke in Salpetersäure eingetaucht und dann sorgfältig abgewischt, so brachten sie eine viel stärkere Wirkung in der Berührung mit dem Wasser hervor, und das Gold behielt diese Eigenschaft mehrere Stunden lang; dagegen wurde die Wirkung sehr vermindert, wenn diese Metalle vorher in eine Pottaschenauflösung eingetaucht worden waren.

In einem auffallenden Contraste mit den Resultaten der bisher angeführten Versuche stehen die ganz neuerlich von J. F. Pohl bekannt gemachten [1]. Zu seinen Versuchen bediente er sich zweier Condensatoren, deren Platten die eine von Zink, die andere von Kupfer war, unter Beobachtung der Vorsicht, dafs die Scheiben aus Zink und Kupfer, deren el. Spannung mit irgend einer Flüssigkeit untersucht werden sollte, jedesmal mit der ihnen gleichartigen Condensatorplatte durch einen an einer isolirenden Handhabe gehaltenen Draht von demselben

1 Der Proceſs der galvanischen Kette. Leipzig 1826. S. 14 ff.

Metalle in Berührung gesetzt wurden, um jede el. Erregung zwischen den Metallen selbst dadurch auszuschliefsen. Die Scheiben selbst, die mit der befeuchteten Pappe in Wechselwirkung gebracht wurden, hatten 6 Z. im Durchmesser. Um die Wirkung zu verdoppeln, wurde der aufgehobene Deckel des einen Condensators a, mit dessen Collectorplatte das mit der Flüssigkeit zu prüfende Metall in Berührung gebracht worden war, an die gleichartige Basis des andern Condensators b gebracht, während sein Deckel ableitend berührt wurde, worauf dieser an einer isolirenden Handhabe aufgehoben, und abermals mit der Collectorplatte des ersten Condensators a in Berührung gesetzt wurde, während ableitender Berührung seines Deckels mit dem Finger. So fand sich dann die Erregung des Kupfers gegen eine mit verdünnter Schwefelsäure getränkte, vorher gut abgewischte, Pappe constant +, mit einer Divergenz von 3 bis 5° der Goldblättchen, und die Erregung des Zinks constant —. Wurde das andere Extrem des flüssigen Leiters, statt durch einen kupfernen Draht mit der kupfernen Collectorplatte des Condensators in Berührung gebracht zu werden, vielmehr mit einer Scheibe von Zink von gleicher Gröfse mit der Pappe armirt, wo dann aber die Collectorplatte gleichartig mit jener obern Platte, also von Zink, angewandt wurde, so zeigte sich die positive Erregung des Kupfers ungleich stärker, indem nun die Divergenz der Goldblättchen 10 bis 15° betrug. Eben so fand sich die negative Erregung des Zinks in dem zweiten Versuche auf ähnliche Weise verstärkt, wenn die andere Seite des flüssigen Leiters mit einem Kupferbleche armirt, und dieses mit der Collectorplatte von Kupfer in Verbindung gebracht wurde. Dieser Erfolg bleibt nach Pohl im Wesentlichen derselbe, man mag statt der Schwefelsäure eine andere Säure, eine alkalische oder sonst eine andere salzige Solution nehmen, allemal wird man das Kupfer + das Zink — erregt finden, schwächer, wenn die Flüssigkeit nur mit dem einen Metalle, stärker wenn sie mit beiden Metallen auf ihren zwei Seiten armirt ist, nur ist dabei zu berücksichtigen, dafs manche Solutionen, wie z. B. der Salpetersäure, des Salmiaks, zumal in sehr concentrirtem Zustande, in den ersten Momenten einen verhältnifsmäfsig starken, aber sehr bald mit Schnelligkeit herabsinkenden Grad der Erregung bewirken, ein Nachtheil, den man in diesen Versuchen dadurch beträchtlich beseitigt, dafs

man der feuchten Pappe alle ihrer Oberfläche frei adhärirende Flüssigkeit zwischen Fliefspapier entzieht, und sie vor dem Versuche noch einige Zeit der Luft zum gleichmäfsigen Abtrocknen ausgesetzt läfst.

Pohl's ferneren Versuchen zufolge soll nun[1] die ganze Reihe der Metalle in zwei Classen zerfallen, von denen die Glieder der einen, welche nächst Silber, Gold und Platin auch Quecksilber und Kupfer in sich begreift, gegen das Wasser, die Säuren, so wie gegen die Alkalien und alle andere Solutionen durchgehends positiv auftreten, u. z. um so positiver, je negativer sie in der Spannungsreihe der Metalle sind, während die Glieder der andern Classe, Eisen, Zinn, Blei, Zink eben so constant mit allen diesen Flüssigkeiten negativ erregt werden, und wieder um so negativer, je positiver sie sich in der Metallreihe erhalten. Diese constante gleichartige Relation eines und desselben Metalls gegen alle Flüssigkeiten ohne Unterschied soll auch als eine Folgerung aus dem Umstande hervorgehen, dafs die Kette ZFK (Zink, feuchter Leiter, Kupfer), welche mit den beiden Endmetallen mit den Enddrähten eines Multiplicators in Verbindung gesetzt wird, die Magnetnadel unter sonst gleichen Umständen stets auf völlig gleiche Art ablenkt, man mag an die Stelle des F eine Säure oder ein Alkali oder irgend eine andere Solution setzen, sobald nur die Metalle dieselben bleiben. Die scheinbaren Ausnahmen, welche Pohl nicht ableugnen kann, z. B. dafs regulinisches Eisen mit einer Auflösung von Schwefelkalium im Anfange + wird, dafs Ketten von Eisen, Kupfer und Schwefelleberauflösung eine der durch jenes allgemeine Gesetz postulirten entgegengesetzte Polarität zeigen, erklärt derselbe für blofs vorübergehende, den wahren Zustand der Sache auf keine Weise bezeichnende Erfolge.

Aus dem Zerfallen der Metalle oder überhaupt der Erreger der ersten Reihe in zwei Classen, deren Glieder mit den Flüssigkeiten gerade die entgegengesetzte el. Erregung von derjenigen zeigen, die sie mit einander eingehen, folgt dann auch, dafs, so oft die Relation der beiden trockenen Erreger gegen das F. (irgend einer Flüssigkeit), mit welchem sie zugleich in Conflict kommen, nicht gleichartig, sondern verschieden ist, sie

1 a. a. O. 8. 29. 30.

... auch die entgegengesetzte von derjenigen seyn muſs, ... unter den Erregern selbst statt findet, und dieser con... Gegensatz der el. Relationen zwischen den Metallen und ... Flüssigkeit soll es seyn, welche den Träger aller Erschei... in der Kette bilde[1].

Schon bei Gelegenheit der Uebersetzung von DAVY's clas... Abhandlung über einige chemische Wirkungen der E.[2] ... ich eine Reihe von Versuchen über das Verhalten der ... Leiter gegen die Metalle bekannt gemacht. Die da... von mir befolgte Methode bestand darin, mit Hülfe des ...sators die el. Spannung einer einfachen Combination, und ... diese zu schwach war, einer aus mehreren gleichartigen ...ationen aufgebauten Säule zu untersuchen, wobei auſser ... Metalle und der in Rücksicht auf ihre el. Erregung mit die... zu untersuchenden Flüssigkeit noch eine mit distillirten Was... ...uchtete Pappe zu Hülfe genommen wurde, so daſs das ... jeder einzelnen solchen Combination durch MFh ... ...lt wird, wobei M das Metall, F die zu untersuchende ...keit und h das reine Wasser bedeutet. Das eine Ende ... dann, um das Maximum von Spannung zu erhalten, je... ...ableitend berührt, und die feuchte Pappe h mit der Col... ...platte des Condensators in unmittelbarer Berührung ge... Hierbei wurde vorausgesetzt, daſs bei Anwendung von ... sehr differenten Flüssigkeiten, wie Säuren, Alkalien, ...llebern u. d. g. das Resultat durch die überwiegende el. ... zwischen dem Metalle und einer solchen Flüssigkeit ... werde, wo dann, von der Berührungsfläche zwi... dem Metalle und irgend einer solchen Flüssigkeit ... einzelnen Combination ausgegangen, in der Säule der ... welcher an demjenigen Ende sich befand, wohin das Me... gerichtet war, als die eigenthümliche Erregung dieses Me... und der an dem entgegengesetzten Ende, wohin die Flüs...keit gekehrt war, auftretende Pol als die el. Erregung dieser ...keit anzeigend betrachtet wurde. So wurden nun fol...de Resultate erhalten[3].

A. 1. Mit der ätzenden Kali- und Natron-Lauge wer... alle Metalle +, während diese — sind.

---

1. Vergl. unten Theorie.
2. Gehlen's Journ. V. 82.
3. Vgl. G XXVIII. 239.

2. Die — E. der Metalle ist in der Regel um so stärker, je näher dieselbe nach dem + Ende der Spannungsreihe stehen, doch ist die Erregung des Zinns noch stärker als die des Zinks, und die des Eisens schwächer als die der übrigen Metalle.

3. Die + el. Erregung jener fixen Laugensalze mit allen Metallen findet bei jedem Grade der Verdünnung statt, doch ist sie um so stärker, je concentrirter die Lauge ist.

4. Diese el. Spannung, besonders die stärkere in letzterem Falle, sinkt in kurzer Zeit und geht bei einigen Metallen durch 0 in die entgegengesetzte über. Insbesondere zeigt das Eisen diese Umwandlung der Polarität, und die zweite positive für das Eisen, negative für das Laugensalz, ist sogar dem Grade nach stärker als die ursprüngliche entgegengesetzte. Auch eine Säule aus Zink, Aetzkali, Wasser, kehrt nach einigen Stunden ihre Polarität um.

B. 5. Eben so wie die reinen fixen Alkalien verhalten sich das Ammoniak und die Kalkmilch, mit den bekannteren Metallen, nur mit Ausnahme des Spiefsglanz-Metalls für das erstere und des Eisens für das letztere, die mit ihnen vielmehr + werden.

C. 6. Mit Auflösung der Schwefelleber werden alle Metalle —, jene +, sie scheint gleichsam die Metallreihe auf der + Seite über das Zink hinaus fortzusetzen und sich dem Gesetze derselben gemäfs zu verhalten, da sie mit dem ihr am nächsten stehenden Zinke am schwächsten und dem von ihr entferntesten Grau-Braunsteinerz am stärksten + wird.

D. 7. Mit dem mit Wasser zu Pulver gelöschten Kalke werden Eisen, Zink und Silber +, die übrigen Metalle, namentlich Wismuth, Blei, Spiefsglanz, Zinn, Kupfer —.

E. 8. Mit dem kohlensauren Kali wird das Eisen gleich im Anfange + und die erst negativen Zink und Zinn nach weniger Zeit gleichfalls +.

9. Mit dem kohlensauren Ammoniak werden alle Metalle, mit Ausnahme des positiv werdenden Eisens, —.

F. 10. Mit der concentrirten Schwefelsäure und mit der concentrirten Salpetersäure werden alle Metalle +.

11. Mit der verdünnten Schwefelsäure und mit der gewöhnlichen concentrirten Salzsäure werden die meisten Metalle —, nur mit der ersteren das Kupfer und Blei, mit der letzteren das Spiefsglanz und Eisen +.

12. Mit der verdünnten Salpetersäure gerade so wie mit der concentrirten werden alle Metalle +.

13. Mit dem liquiden Chlor werden Zink, Zinn, Gold und Kupfer (mehrere waren nicht untersucht worden) —.

G. 14. Mit den Neutral- und Mittelsalzen, in welche Schwefelsäure oder Salzsäure eingehen, werden Zink sowohl als Kupfer —, und diese Salze +, insbesondere gilt dieses für schwefelsaures Natron, schwefelsaures Ammoniak, schwefelsaure Talkerde, Alaun, schwefelsaure Thonerde, Kochsalz, Salmiak, salzsaure Talkerde, salzsaure Thonerde und auch für den Borax.

15. Mit den Salzen hingegen, deren saurer Bestandtheil die Salpetersäure ist, namentlich mit dem gemeinen Salpeter, dem salpetersauren Baryt, dem salpetersauren Kalke, der salpetersauren Talkerde, verhalten sich Zink sowohl als Kupfer gleich.

Bei der Wichtigkeit der Sache und da seit der Bekanntmachung dieser Versuche von mehreren Physikern entgegengesetzte Resultate mitgetheilt worden sind, hielt ich es für der Mühe werth, diesen Gegenstand von neuem einer experimentalen Prüfung zu unterwerfen, und ich habe in dieser Absicht alle Versuche Poggendorff's, Becquerel's und Pohl's mit der möglichsten Sorgfalt und häufig wiederholt, so dafs ich die Resultate, wie sie hier folgen, verbürgen kann.

Was zuerst das relative Verhalten des *Zinks* und *Kupfers* gegen mehrere Flüssigkeiten betrifft, so habe ich zwar bei der Anstellung der Versuche nach Pohl's Methode das von ihm angegebene Verhalten mit mehreren Flüssigkeiten bestätigt gefunden, aber mit den alkalischen Flüssigkeiten und den Schwefelleber so constant das Gegentheil gefunden, dafs dadurch das von Pohl aufgestellte Gesetz durchaus nicht in seiner Allgemeinheit zulässig ist. Um die Erregung recht auffallend zu machen, habe ich mich gewöhnlich der unter No. 14 angegebenen Methode der Vervielfältigung bedient. Ich erhielt in der Hauptsache ganz gleiche Resultate, ob ich die mit den Flüssigkeiten getränkten Pappen von den Condensatorplatten trennte oder sie darauf liegen liefs. Im letzteren Falle verfuhr ich auf folgende Weise. Die Platten jedes der Condensatoren bestanden aus einer Zink- und Kupferscheibe, und die Condensatoren waren auf gleich empfindliche Goldblattelektrometer aufgeschraubt. Wollte ich nun die el. Erregung irgend einer

Flüssigkeit mit dem Kupfer untersuchen, so legte ich eine mit derselben getränkte Pappscheibe auf die obere Kupferplatte des einen Condensators a, berührte die feuchte Pappe mit dem Finger, während zugleich die untere Zinkplatte desselben Condensators ableitend berührt wurde, hob die obere Kupferplatte dann auf, brachte sie an die auf das Goldblatt-Elektrometer aufgeschraubte Kupferplatte des andern Condensators b, indem ich zugleich die obere Zinkscheibe desselben ableitend berührte, wobei ich sorgfältig darauf achtete, dafs die feuchte Pappe auf a nicht mit der Kupferplatte von b in Berührung kam, setzte dann die Kupferscheibe von a wieder auf ihre Zinkplatte zurück, und wiederholte alles, wie das erstemal. Bei sehr wirksamer Erregung zwischen der Flüssigkeit und dem Kupfer war eine einmalige Anstellung des Versuchs schon hinreichend in den Goldblättchen des Elektrometers b Divergenz hervorzubringen, wobei denn die Art der E. dieselbe war, wie die vom Kupfer des Condensators a angenommene, bei sehr schwacher Erregung war wohl eine 10 bis 12 fache Wiederholung nothwendig, um auffallende Spannung zu geben, die aber stets regelmäfsig mit der Wiederholung der Berührungen zunahm, und bei der grofsen Condensationskraft meiner Condensatoren war ich im Stande auch die schwächste Erregung durch öftere Wiederholung so weit zu treiben, dafs selbst mein Volta'sches Strohhalmelektrometer[1] mehrere Grade von Divergenz zeigte. Ganz gleiche Resultate erhielt ich, wenn ich die mit der Flüssigkeit getränkte Pappe zwischen die Finger nahm, die Kupferplatte des Condensators a damit berührte, dann die Gemeinschaft wieder aufhob und übrigens auf gleiche Weise verfuhr. Das Verfahren wurde dann auch so abgeändert, dafs ich auf eine mit der Flüssigkeit getränkte Pappe eine Kupferscheibe legte und diese mit der Kupferplatte in Berührung brachte, während die befeuchtete Pappe ableitend berührt wurde, und es machte hierbei in der Gröfse der Spannung keinen Unterschied, ob die Pappscheibe und Kupferplatte nur eine Linie oder viele Zolle im Durchmesser hatte. Wollte ich die el. Erregung irgend einer Flüssigkeit mit dem Zinke untersuchen, so nahmen in allen obigen Fällen die Zinkscheiben nur den Platz der Kupferscheiben, und diese umgekehrt den der Zinkscheiben ein. Nach dieser Methode

1 Vergl. Th. III. S. 665. 666.

erhielt ich folgende Resultate, wobei die Flüssigkeiten in der Ordnung der Stärke ihrer el. Erregung mit den Metallen aufeinander folgen.

Kupfer +		Zink —
Mit 4 bis 8 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsäure		Eben so verdünnte Schwefelsäure
		Verdünnte Salpetersäure
		Liquides Chlor
— Chlorkalk	+	Chlorkalk
Salmiak		Salmiak
verdünnte Salpetersäure		Salpeter
Wasser		Wasser

Die stärkste positive Spannung, welche die verdünnte Schwefelsäure mit dem Kupfer hervorbringt, ist indefs nicht stärker, als die positive Spannung, welche das Zinn in Berührung mit dem Kupfer annimmt. Stärker ist dagegen die negative Erregung des Zinks durch die nämlichen Flüssigkeiten, und namentlich ist die mit der verdünnten Schwefelsäure eben so stark als die negative Erregung des Kupfers mit dem Zinke.

Eben so wie das Kupfer wurden auch Gold, Silber, Antimon mit den angezeigten Flüssigkeiten positiv, diese negativ, und ein übereinstimmendes Verhalten mit dem Zinke zeigten dagegen Blei, Zinn, Kadmium, Eisen, welche damit negativ wurden.

Ganz abweichend von diesem Verhalten, nach welchem allerdings die Erreger der ersten Classe in zwei grofse Haufen, den der positiven und den der negativen, zu zerfallen scheinen, ist dagegen, wie schon oben bemerkt, das Verhalten gegen die alkalischen Laugen und die Auflösungen der Schwefellebern. In allen oben beschriebenen Abänderungen der Versuche verhielten sich alle von mir untersuchte Metalle, namentlich auch Kupfer und Silber, ebensowohl negativ mit diesen Flüssigkeiten wie Zinn und Zink, und zwar war der Erfolg sehr constant, und trat eben so gut ein, wenn die mit diesen Flüssigkeiten getränkten Pappen noch nafs, als wenn sie gut abgetrocknet waren. Was die Stärke der — Spannung betraf, so zeigte sie sich bei Anwendung der Schwefelleber stärker bei den mehr negativen Metallen, dem Silber und Kupfer, als bei den mehr positiven; dagegen war die el. Erregung zwischen den alkalischen Laugen und den positiven Metallen, Zinn und Zink

schiedenen Metalle auf entgegengesetzte Weise, und, zwar in den meisten Fällen so, dafs die el. Erregung zweier solcher Metalle gerade die entgegengesetzte ist von derjenigen, welche sie selbst mit einander eingehen.

4. Für alle solche Flüssigkeiten wird die el. Erregung des einen Metalls, welches die Flüssigkeit auf der einen Seite bewaffnet, stets erhöht durch die Bewaffnung dieser Flüssigkeit auf der entgegengesetzten Seite mit einem solchen entgegengesetzt wirkenden Metalle. So zeigt z. B. die Kupferplatte des Condensators, auf welcher eine mit verdünnter Schwefelsäure getränkte Pappscheibe liegt, eine viel stärkere positive Spannung, wenn auf jene Pappscheibe nun noch eine Zinkscheibe gelegt, und diese mit dem Finger berührt wird, als beim Mangel dieser Zinkbewaffnung, und die Zinkplatte des Condensators unter denselben Umständen eine viel stärkere negative Spannung bei der Bewaffnung der auf ihr liegenden mit verdünnter Schwefelsäure getränkten Pappscheibe mit einer Kupferplatte, als bei Abwesenheit derselben.

5. Für alle Flüssigkeiten hingegen, welche mit den Metallen dieselbe Art von el. Erregung geben, wird die des einen Metalls stets schwächer ausfallen, und kann auch wohl in die entgegengesetzte übergehen, als bei Abwesenheit jener andern Armatur. So zeigte in einigen Versuchen die Condensator-Platte, die ziemlich stark negativ erregt wird, bei der Berührung einer mit Aetzkalilauge getränkten Pappe mit dem Finger, bei der Bewaffnung dieser Pappe mit Zink, wenn dieser ableitend berührt wurde, positive Erregung.

6. Die Flüssigkeiten bilden mit den trockenen Erregern keine gemeinschaftliche Spannungsreihe, auf welche die unter 13 aufgestellten Gesetze anwendbar wären. Am meisten stimmt noch das Verhalten der Auflösungen der Schwefellebern damit überein, wenn man sie als Substanzen betrachtet, die noch *unter* das Zink gehören und die Reihe auf der + Seite fortsetzen, indem ihre el. Erregung mit den verschiedenen trockenen Erregern in dem Verhältnisse gröfser ist, in welchem ein solcher dem entgegengesetzten — Ende näher steht; dagegen weichen schon die alkalischen Laugen von dem Gesetze darin ab, dafs sie, denen gleichfalls noch *unter* dem Zink ihr Platz in der Reihe eingeräumt werden mufste, da sie mit allen Metallen + el. werden, gerade mit denjenigen, die dem + Ende näher stehen,

wie mit dem Zinke und besonders dem Zinn, eine viel stärkere el. Spannung zeigen, als mit den mehr negativen Metallen; noch auffallender zeigt sich aber die Abweichung von dem Gesetze der Spannungsreihe bei denjenigen Flüssigkeiten, die mit zwei verschiedenen Metallen gerade die entgegengesetzte el. Erregung von derjenigen annehmen, die diese unter sich selbst eingehen, so dafs es in Beziehung auf solche Flüssigkeiten vielmehr den Anschein hat, wie wenn eine Umkehrung der Spannungsreihe statt fände.

Was den Grad der el. Erregung betrifft, welche die trockenen Erreger mit den Flüssigkeiten eingehen, so scheint zwar auch hier ein bestimmtes Mafs statt zu finden, das nicht überschritten werden kann, indefs fallen die Versuche in dieser Hinsicht nicht so entscheidend aus wie in Betreff des Erregungsgrades der trockenen Erreger mit einander, und der Grund hiervon liegt ohne Zweifel in der schnellen Veränderung, welche die trockenen Erreger durch die Einwirkung der Flüssigkeiten erleiden, wodurch die Erregung selbst fortdauernd abgeändert und selbst in die entgegengesetzte umgewandelt wird. Daher kann es wohl auch rühren, dafs Säulen, aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten errichtet, eine entgegengesetzte Polarität von derjenigen zeigen, welche die einfachen Ketten in ihrer Einwirkung auf die Magnetnadel verrathen, indem schon während des Aufbauens jener Säulen sich die ursprüngliche Erregung in die entgegengesetzte umgewandelt haben kann, während der schnell vollendete Versuch in der einfachen Kette jene noch zeigt. Eben darum ist es sehr schwer eine naturgemäfse Reihenfolge der verschiedenen Flüssigkeiten für die einzelnen Metalle nach dem Grade der el. Erregung aufzustellen, und ich lege daher auch keinen grofsen Werth auf die oben für Zink und Kupfer aufgestellten Reihen. Gemeiniglich sind die Spannungen so schwach, dafs die von mir mit so grofsem Vortheile angewandte Verstärkung 12 und selbst mehreremale wiederholt werden mufs, ehe es zu einem bemerklichen Ausschlage kommt, innerhalb welcher Zeit das ursprüngliche Verhältnifs sich schon merklich verändert haben kann.

7. Eine Folge davon, dafs die flüssigen Erreger keine gemeinschaftliche Spannungsreihe mit den trockenen Erregern bilden, ist ferner noch, dafs jenes merkwürdige Gesetz der Unveränderlichkeit der el. Erregung der Endglieder einer Reihe von

stimmung nur die Erregung aussprechen, welche die Flüssigkeiten mit einander unter diesen besondern Umständen in der Kette zeigen, so führten die Versuche vielmehr auf das entgegengesetzte Resultat. Denn wenn eine Kette $\overbrace{C.f.df}$ oder $\overbrace{z.f.df.z}$, wo df die differente Flüssigkeit (Säure, Ammoniak, Salmiakauflösung) f aber reines Wasser anzeigt, das Aequivalent der Kette $\overbrace{Zf.C}$ ist, so ist klar, dafs in jenen Ketten der + (oder nach Franklin's Theorie der einseitige) el. Strom von fd nach f geht, folglich fd in Beziehung auf f sich negativ, f positiv verhält, da in der einfachen Kette von je zwei Körpern, die auf einander in Relation betrachtet werden, der empfangende oder derjenige, nach welchem der + Strom hingeht, als der positive, der abgebende als der negative zu betrachten ist, nach der Analogie des Verhaltens des Zinks mit dem Kupfer. Würde man mit aller Genauigkeit die Intensität der el. Erregung von fd mit C oder Z und von f mit C oder Z ausgemittelt haben, so liefse sich allerdings auf eine indirecte Weise auch die Art und Gröfse der el. Erregung zwischen fd und f finden. Denn man bezeichne die Totalerregung, wie sie in jenen Ketten statt findet, also die Strömung aufwärts durch +, und die in demselben Sinne zwischen je zwei Körpern in ihrer Berührung statt findende auch durch +, die im entgegengesetzten Sinne statt findende durch —, so ist klar, dafs + t (die Gröfse der Spannung der ungeschlossenen Kette am Condensator) = ist $\pm a + \pm x + \pm c$, wo a, x und c die einzelnen Spannungen zwischen cfd, f.d.f. und fc bezeichnen. Demnach ist die gesuchte, noch unbekannte, Spannung zwischen fd und f oder $\pm x = + t - \pm a - \pm b$. Die Schwierigkeit der Anwendung dieser Formel liegt indefs darin, dafs die el. Erregungen zwischen den trockenen und feuchten Erregern selbst noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit so wenig ihrer Art, als noch weniger ihrem Grade nach bestimmt sind, und dafs insbesondere der letzten Bestimmung fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen stehen. Becquerel hat sich bemüht die Art der el. Erregung zwischen den Säuren und Laugensalzen zu bestimmen. Man nehme ihm zufolge zwei gleiche Porcellanschalen, bringe eine alkalische Lauge in die eine, und eine Säure in die andere, und verbinde beide mit einem Platin-

streifen. Taucht man nun in jede Schale eines der in Platin auslaufenden Enden des Multiplicators, so findet kein elektromagnetischer Effect statt, weil hier alle elektromotorische Einwirkungen der beiden Flüssigkeiten auf das Platin gegenseitig gehoben sind. Legt man nun auf den intermediären Platinstreifen einen befeuchteten Amianthstreifen, so hat man augenblicklich einen el. Strom, in welchem + E vom Alkali, — E aber von der Säure ausgeht, und diese ist allein von der chemischen Einwirkung der Säure auf das Alkali entstanden. Becquerel scheint mir hierbei in einen doppelten Irrthum gerathen zu seyn. Erstlich schreibt er irrigerweise der Wirkung der Säure auf das Alkali ausschliefslich zu, was eine combinirte Wirkung ist. Es wird zwar ohne Zweifel die Wirkung des Platins von beiden Seiten auf die Säure und das Alkali in Beziehung auf diejenigen Puncte der Säure und der alkalischen Flüssigkeit, welche mit dem Platinstreifen, aber keineswegs in Beziehung auf diejenigen Puncte dieser beiden Flüssigkeiten, die durch den Amianthstreifen mit einander in Gemeinschaft kommen, aufgehoben. Vielmehr mufs man nach strenger Analogie hier zwei Ketten annehmen: eine Kette dargestellt durch Platin, Säure, Wasser (des Amianthstreifens), alkalische Lösung, Platin, und eine Kette aus Platin, Säure, Platin, alkalische Lösung, Platin; letztere ist eine unwirksame, erstere eine wirksame, deren Wirksamkeit aber von den vereinigten elektromotorischen Wirkungen der drei Berührungsflächen (wenn nämlich hierbei vom Wasser abstrahirt wird) zwischen Platin und Säure, Säure und Alkali und Platin abhängt, so dafs also aus der Richtung des el. Stromes nicht ohne weiteres die el. Erregung zwischen Alkali und Säure abgeleitet werden kann. Zweitens scheint Becquerel auch darin zu irren, dafs er letztere als von der chemischen Action jener beiden Substanzen herrührend ansieht. Da nämlich dieser letztern doch immer die Berührung vorangeht, so könnte wenigstens durch diese allein schon, wie bei der Wechselwirkung der Metalle mit einander, der Grund der el. Erregung gegeben seyn. Wenn übrigens Becquerel das Resultat des beschriebenen Versuchs so ausdrückt, dafs die — E von der Säure, die + E vom Alkali ausgehe, so ist diese Beziehung mifsverständlich, wenn sie auf den Multiplicator bezogen wird, denn in Beziehung auf diesen ist jene Kette das Aequivalent einer Zink-Kupferkette nach

dem Schema f. Z C. f, so dafs die Säure das Zink, das A
das Kupfer vorstellt, und demnach wie vom Zinke aus d
Strom nach dem der Säure nächsten Ende des Multiplica
der — Strom vom Alkali aus nach dem seinigen hingeht.

Adolph Walker zu Dresden scheint in dem grö
Umfange die schwierige Aufgabe, von der hier die Rede
gelöst zu haben, wenn man sein Verzeichnifs der vielen
sigkeiten betrachtet, deren relatives el. Verhalten, nach
chem sie mit einander + und — werden, nach Versu
mit der Magnetnadel bestimmt ist[1]. Zu diesem Behuf füllt
den an dem einen Enddrahte des Multiplicators befestigten kl
Platinlöffel mit einem der flüssigen Erreger, stellte dann
3½ Linien weites, unten mit einem umgebogenen Rande
sehenes, mit Thierblase dicht verschlossenes Glasröhrchen,
ches den andern flüssigen Erreger enthielt, in den Löffel,
um die Kette zu schliefsen, berührte er die Flüssigkeit in
Röhrchen mit dem andern Platinenddrahte des Multiplicat
In andern Fällen wurde auch der kleinere Cylinder in ei
etwas gröfseren gläsernen, mit der andern Flüssigkeit gefü
gestellt, und die Enddrähte wurden in den äufseren und inn
Cylinder gesenkt. In noch anderen Fällen wurde die Ver
dung der beiden Flüssigkeiten, die sich in zwei Glascylin
befanden, durch eine mit schwacher Kochsalzauflösung gef
heberförmige Glasröhre gemacht. Man übersieht leicht,
diese Versuche der Hauptsache nach ganz mit den von P
gendorff angestellten, bereits oben mitgetheilten, über
stimmen, und dafs sie so wenig wie diese über das el. Ver
ten der flüssigen Erreger an und für sich Auskunft geben,
dem die el. Strömung, deren Richtung aus der Art der Abl
kung der Magnetnadel erkannt wird, eben so sehr von der
schiedenen el. Erregung des Platins mit den jedesmal an
wandten Flüssigkeiten, als dieser unter einander, abhängt,
schon daraus zur Genüge erhellet, dafs z. B. bei der Anw
dung von verdünnter Schwefelsäure und einer Auflösung
Kupfervitriol, als flüssiger Erreger, der Strom eine entge
gesetzte Richtung nahm, wenn der Multiplicator statt du
Platin durch Kupfer mit diesen Flüssigkeiten in Gemeinsc

1 Poggendorff's Annalen IV. 301.
2 a. a. O. S. 308.

gesetzt wurde, wonach dann auch die Flüssigkeiten in der Tafel mit entgegengesetzten Zeichen hätten aufgeführt werden müssen, wenn gleich an und für sich ihre el. Erregung mit einander dieselbe unveränderte geblieben war. Walker hat nicht näher angegeben, nach welchem Principe er seine Bezeichnung von positiver und negativer Flüssigkeit gewählt habe, aus dem angeführten Versuche mit jener Kette aus Kupfer, verdünnter Schwefelsäure, Kupfervitriolauflösung, Kupfer, in welcher nach seinen Versuchen zufolge der (positive) el. Strom von der Schwefelsäure zum Kupfervitriol, dagegen bei Vertauschung des Kupfers mit Platin in entgegengesetzter Richtung geht, ist ersichtlich, dafs derselbe diejenige Flüssigkeit die negative nennt, welche von der andern positive E. empfängt, ein Sprachgebrauch, der wesentlich abweicht von demjenigen, nach welchem das Zink relativ gegen das Kupfer das positive Metall genannt wird, eben weil es von diesem positive E. erhält. In diesem Sinne verhielten sich nun auch concentrirtere Säuren negativ gegen verdünntere, dagegen concentrirte Alkalien positiv gegen verdünntere, z. B. eine concentrirte Kochsalzauflösung positiv gegen eine verdünntere. Laugensalze verhalten sich positiv gegen Säuren, und Salze aller Art, Salze mit alkalischer und erdiger Basis positiv gegen Salze mit metallischer Basis.

Bei diesem Mangel an directen Versuchen läfst sich also wenig über die Gesetze, welche die el. Erregung der Erreger der zweiten Classe unter einander ihrer Art und Intensität nach befolgt, sagen, namentlich mufs es für jetzt ganz unentschieden bleiben, ob sie unter sich eine ähnliche Spannungsreihe bilden, wie sie für die trockenen Erreger durch die Erfahrung erwiesen ist. Die von Dr. Heidmann aufgestellte Folgenreihe könnte zu einer solchen Vermuthung Veranlassung geben, sofern von drei flüssigen Erregern a, b, c, wenn a mit b, und b mit c positiv wird, a sich jedesmal auch mit c positiv verhält, indefs ist jene Heidmann'sche Reihe kein reiner Ausdruck für das Verhalten der Flüssigkeiten unter einander, und die Thatsache, dafs es wirksame einfache Ketten und Säulen (selbst natürliche, wie die der Fische) aus blofsen feuchten Erregern giebt, spricht gleichfalls gegen die Annahme einer solchen Spannungsreihe.

BB. Von der einfachen galvanischen Action in der geschlossenen Kette.

Geschlossene galvanische Ketten im Allgemeinen.

28. Wenn die nach dem Schema der Linie an einander gereihten galvanischen Erreger zur Figur geschlossen, d. h. wenn die beiden äufsersten oder Endglieder der linearen Aneinanderreihung unter einander in Berührung gesetzt werden, so bildet sich eine geschlossene galvanische Kette, bei welcher man den Augenblick der Schliefsung, die Dauer des Geschlossenseyns und den Augenblick der Trennung in Rücksicht auf die davon abhängigen Erscheinungen wohl zu unterscheiden hat. Durch diese Schliefsung tritt entweder eine Action ein, die vor der Schliefsung noch nicht vorhanden war, oder es verändert sich in dem früheren galvanischen Verhalten nichts, und das vorher bestandene Gleichgewicht der Kräfte, wie es in der Spannungssetzung sein Ziel erreicht hatte, behauptet sich. Darnach unterscheidet man *wirksame Kettenschliefsungen* und *wirksam geschlossene galvanische Ketten*, und *unwirksame Kettenschliefsungen* und *unwirksame geschlossene galvanische Ketten.*

29. Es lassen sich unendlich mannigfaltige geschlossene galvanische Ketten nach der grofsen Mannigfaltigkeit der Glieder, welche dieselben bilden können, so wie nach dem mannigfaltigen Wechsel in der Aneinanderreihung dieser Glieder denken. Ausgeschlossen aus der Zahl derselben sind vorerst alle diejenigen, in welche Nichterreger des Galvanismus, die auch zugleich Nichtleiter der E. sind, eingehen. Ketten, die durch solche Körper unterbrochen sind, sind als nicht geschlossen zu betrachten, und die Schliefsung durch die atmosphärische Luft, die die Endglieder jeder Kette, wie ausgedehnt sie auch sey, mit einander in Gemeinschaft bringt, ist aus diesem Grunde als keine eigentliche Schliefsung zu betrachten. Aber auch die aus lauter Erregern des Galvanismus zusammengesetzten geschlossenen galvanischen Ketten sind darum nicht alle wirksame Ketten, durch deren Schliefsung eine neue Action eingetreten wäre, vielmehr hängt diese Wirksamkeit wesentlich von der Zahl der Kettenglieder, ihrer sonstigen Beschaffenheit und ihrer Aufeinanderfolge ab. Mit Rücksicht auf den Einfluss die-

ser Bedingungen auf die Wirksamkeit und die Art der Wirksamkeit der geschlossenen galvanischen Ketten und um die grofse Mannigfaltigkeit der galvanischen Ketten unter gewisse Hauptclassen zu bringen, lassen sich folgende Eintheilungen derselben aufstellen.

I. Nach den beiden Classen, unter welche alle Erreger des Galvanismus gebracht worden sind, bestehen die Ketten:

a. blofs aus trockenen Erregern, oder Erregern der ersten Classe;

b. aus blofsen feuchten Erregern oder der zweiten Classe;

c. aus Erregern beider Classen zugleich.

II. Nach Verschiedenheit der Zahl der Kettenglieder bestehen die galvanischen Ketten

a. blofs aus zwei Kettengliedern, *zweigliedrige* Ketten;

b. aus drei Kettengliedern, *dreigliedrige* Ketten;

c. aus mehr als drei Gliedern, *mehrgliedrige* Ketten, mit Ausschlufs jedoch aller derjenigen, in welchen eine an sich schon wirksame Combination von Gliedern in derselben Art der Aufeinanderfolge wiederholt wird, da diese als *Ketten-Ketten* oder vielfache Ketten unter die Kategorie der *Volta'schen Säule* gehören.

III. Nach Verschiedenheit der Anordnung lassen sich die Ketten eintheilen:

a. in symmetrische oder in solche Ketten, welche sich in irgend zwei Puncten in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen lassen, so dafs die Kettenglieder in jeder Hälfte derselben von dem einen Theilungspuncte zum andern der Zahl, Beschaffenheit und Aufeinanderfolge nach dieselben sind, oder die Ketten auf diese Weise sich in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen lassen.

b. in unsymmetrische Ketten, bei denen eine solche Theilung nicht möglich ist.

30. Ueber die allgemeinsten Bedingungen der Wirksamkeit einer galvanischen Kette, nach welchen also auch zu beurtheilen ist, welche von den aufgezählten Hauptclassen von Ketten wirksame, welche unwirksame sind, haben sich die Bestimmungen und Ansichten im Laufe dieser Forschung allmälig geändert. Volta leitete aus seiner Theorie der Action in der einfachen Kette unmittelbar die Folgerung ab, dafs alle zweigliedrige Ketten unwirksame seyen, dafs ferner die Erre-

ten, welche die Lehre vom Galvanismus gemacht hat, jene Ketten, auf welche sich die Versuche in den ersten Jahren einschränkten, in welche nämlich thierische Theile als Kettenglieder eingehen, in besondere Betrachtung ziehen, da die unmittelbar in die Beobachtung fallenden Erscheinungen in diesen Ketten zunächst von den Lebenskräften dieser Theile abhängen, mit welchen die galvanische Action im engeren Sinne in Wechselwirkung tritt, und daher auch in jener ersten Periode als von einer eigenthümlichen thierischen E. abhängend betrachtet wurden. Anders verhält es sich mit den Ketten, deren Glieder blofs Körper aus der unorganischen Natur sind, und in welchen daher nur Erscheinungen vorkommen, welche auf die allgemeinen Naturkräfte zurückführbar sind. Da indefs auch in jenen ersten Ketten die Erscheinungen dieser zweiten Hauptclasse von Ketten mit vorkommen müssen, und folglich die zweite Classe von Ketten aus blofsen Gliedern der unorganischen Natur eben darum einfacher in ihren Erscheinungen sich darstellt, so wird am passendsten der Anfang mit einer nähern Betrachtung dieser Ketten und der Vorgänge in denselben gemacht werden können.

33. *Chemischer Procefs in der galvanischen Kette.*

In allen geschlossenen wirksamen galvanischen Ketten, in welche Erreger der ersten und zweiten Classe zugleich als Kettenglieder eingehen, zeigt sich ein chemischer Procefs thätig, der mit der Schliefsung der Kette eintritt, während ihres Geschlossenseyns fortdauert, und im Wesentlichen in allen Ketten, in welchen er überhaupt vorkommen kann, denselben Charakter hat, wie mannigfaltig modificirt er auch nach der besondern Beschaffenheit der Kettenglieder in seiner äufsern Erscheinung, insbesondere in seinen Producten, erscheinen mag, sofern er nämlich in allen Fällen durch das Wasser, als den gemeinschaftlichen Bestandtheil aller Erreger der zweiten Classe, welchem sie auch diese Eigenschaft verdanken, vermittelt wird, und in einer Zersetzung desselben besteht, deren Producte nicht in einem Puncte zusammen fallen, sondern an die in entgegengesetzter el. Erregung mit einander befindlichen Glieder der Kette vertheilt und im Raume aus einander gehalten sind.

A. Besteht die Kette aus zwei Erregern der ersten Classe und einem feuchten Leiter (einer Flüssigkeit), so sind es jedesmal die zwei Berührungsflächen jener mit dieser, oder die Gren-

zen zwischen ihnen, an welchen der chemische Proceſs auftritt und zwar findet an der Grenze des positiven Erregers stets ein *Oxydationsproceſs* statt, oder der *Sauerstoff* des Wassers wird hier entbunden, und wirft sich auf den positiven Erreger, der dadurch oxydirt wird; an der Berührungsgrenze des negativen Erregers mit dem feuchten Leiter wird dagegen der *Wasserstoff* frei, und die allgemeine Form des hier auftretenden Processes ist die einer *Hydrogenation* oder *Desoxydation*. Sofern man nun die entgegengesetzten el. Zustände, die an den beiden trockenen Erregern in Folge ihrer galvanischen Einwirkung auf einander vorkommen, mit dem Namen el. Pole nicht unpassend bezeichnet hat, so wird nach der Art der Vertheilung der Producte des in der einfachen Kette wirksamen chemischen Processes der + Pol auch der *Sauerstoffpol* und der — Pol der *Hydrogenpol* genannt.

34. Dieser chemische Proceſs modificirt sich auf die mannigfaltigste Art nach Verschiedenheit der Flüssigkeit, die sich zwischen den beiden trockenen Erregern befindet, so wie auch nach Verschiedenheit dieser selbst, sowohl dem Grade als der Art nach. Die Stärke dieses chemischen Processes, für welche theils die Menge der Producte desselben in einer gegebenen Zeit, theils der Widerstand der Verwandtschaft, welcher in einzelnen Fällen überwunden wird, ein Maſs abgeben, hängt von drei Umständen ab.

a. von der Beschaffenheit des feuchten Erregers (Zwischenleiters);

b. von der Gröſse der Berührungsfläche zwischen denselben und den trockenen Erregern insbesondere im Verhältnisse gegen einander betrachtet;

c. von dem galvanisch-elektrischen Verhältnisse der trockenen Erreger gegen einander.

a. Was der Einfluſs der *Beschaffenheit des feuchten Leiters* betrifft, so gilt im Allgemeinen der Satz, daſs der chemische Proceſs sich um so lebhafter zeigt, ein je besserer Leiter der E. der feuchte Leiter ist, und je lebhafter der chemische Proceſs ist, den derselbe auch aufserhalb der Kette mit einem der Erreger schon für sich eingeht, sofern derselbe mit demjenigen, der in der Kette selbst an ihm eintritt, zusammenfällt. Ritter hat die groſse Wirksamkeit solcher Ketten, deren feuchtes Zwischenglied schon an und für sich eine starke chemische Action

ausübt, durch auffallende Beispiele belegt[1]. Einen sehr übe
schenden Versuch dieser Art kann man am besten so anste
dafs man auf dem Boden eines Glases mit mehreren Unzen c
centrirter Salzsäure etwa einen Doppel - Louisdor legt, c
eine Zinkstange durch die Salzsäure dem Golde nähert,
endlich damit in Berührung bringt. So lange Zink und G
sich noch nicht berühren, bleibt letzteres ganz ruhig und e
res blofs giebt während seiner beginnenden Auflösung dies
Menge Hydrogengas, die es auch ohne die Gegenwart j
Goldes in dieser Säure gegeben haben würde. Sobald
aber beide Metalle mit einander in Berührung bringt, en
sich auch vom Golde, ohne dafs es dabei im mindesten an
griffen wird, ein ungeheurer Strom von Wasserstoffgas in
fsen Blasen. Nach Ritter soll unter diesen Umständen
Golde aus eine Gasentbindung statt finden, wie man sie
keiner Säule selbst von 1000 und 2000 Lagen, wenn sie
die gewöhnliche Art mit Kochsalzauflösung gebaut ist, an
gend einem Drahte sehe, und nur die Gasentbindung ei
Säule von 2000 Lagen, die mit concentrirter kalter Salmiak
lösung gebaut ist, übertreffe sie in der ersten Zeit ihrer W
samkeit. Dieselben Phänomene zeigen sich in einem et
schwächeren Grade in der Salpetersäure, wo sich jedoch s
des Hydrogens Salpetergas entbindet, und in verdünn
Schwefelsäure. In einer Auflösung von gereinigter Pottasch
gleich vielem Wasser geben Zink und Platin für sich in Zeit
einigen Minuten nichts Bemerkliches von Gas, bei ihrer Ber
rung unter der Auflösung aber oxydirt sich das Zink, und
Platin wird allseits mit Gas überzogen. Bringt man in m
starke Salzsäure Stanniol, und berührt dieses mit Platin,
giebt das Stanniol kein Gas, sondern oxydirt sich blofs,
Platin aber giebt blofs Gas. Berührt man aber das Stan
statt mit Platin mit Zink, so giebt das Stanniol Gas ohne Ox
dation, welche sich jetzt vielmehr auf das Zink wirft, und
derjenigen ohne Kette addirt. Silber mit Gold oder Platin u
ter Salzsäure zusammengebracht giebt keine bemerkliche S
von Wirkung, unter Salpetersäure aber sogleich und sehr vi
Das Blei und Platin, Eisen und Platin unter Salzsäure, geb
wenig, unter Salpetersäure aber mehr und viel[2].

1 Dessen el. System S. 5 ff.
2 a. a. O. S. 5—18.

b. Das zweite Moment, was auf die Lebhaftigkeit des chemischen Processes Einfluſs hat, ist der *Grad der el. Erregung*, welche die trockenen Erreger sowohl unter sich als mit den Flüssigen eingehen. Im Allgemeinen ist unter übrigens sonst gleichen günstigen Umständen der Proceſs um so lebhafter, je weiter die trockenen Erreger in der Spannungsreihe aus einander stehen, oder je gröſser die el. Spannung ist, die sie mit einander setzen. So sind Ketten, in welchen Zink als das eine Metall eingeht, mit allen übrigen Metallen wirksamer, als aus diesen selbst gebildete, und die fünf Metalle: Platin, Gold, Silber, Kupfer und Stanniol geben mit dem Zinke in dieser Ordnung, in welcher auch ihr Spannungsunterschied mit diesem Metalle abnimmt, unter Salzsäure abnehmende Wirkungen. Indeſs gibt es doch auch Ausnahmen von dieser Regel, die, verbunden mit den bereits angeführten Erscheinungen beweisen, daſs das besondere Verhältniſs der Flüssigkeiten gegen die Erreger der ersten Classe die Wirkung wesentlich mit bestimmt. So fand Ritter [1], daſs ein Amalgam aus zwei Theilen Quecksilber und einem Theile Zink mit Platin und andern Metallen in Salzsäure weit weniger Action gab, als Zink mit Platin, ungeachtet jenes Amalgam in der Spannungsreihe der Erreger der ersten Classe entfernter vom Platin und andern Metallen als das Zink steht, indem es mit diesem selbst positiv wird. So verhalten sich auch andere an Positivität das Zink weit übertreffende Amalgame, unter andern das Kienmayer'sche aus 2 Theilen Quecksilber, einem Theile Zink und einem Theile Zinn. Ja sogar als ein Amalgam aus drei Theilen Quecksilber, einem Theile Zink, einem Theile Zinn und einem Theile Blei mit Zink unter derselben Säure zusammengebracht war, wurde bei der Berührung beider mit einander die Oxydation und Gasentwickelung, die auch ohne Ketten bei beiden (doch beim Zinke mehr als beim Amalgam) statt hatte, nicht am Zinke, sondern am Amalgame schwächer, also an letzterem der Oxydationsproceſs durch das an ihm auftretende Hydrogen geschwächt. Und auch gab dieses Amalgam mit Platin mehr Action als das Kienmayer'sche, ganz wieder der Spannungsreihe jener Amalgame unter sich gemäſs, da jenes mit dem letzteren positiv wird.

c. Die Stärke des chemischen Processes wird endlich auch

---

1 El. System S. 6.

durch die *relative Gröfse der Oberflächen* bestimmt, in welcher die beiden Erreger der ersten Classe mit der Flüssigkeit und unter sich in Berührung kommen. Hierbei verdient nun das ganz verschiedene Verhalten der beiden trockenen Erreger, was den Einfluſs der Gröfse ihrer respectiven Berührungsfläche mit dem flüssigen Leiter, so wie denjenigen ihrer Berührungsfläche unter einander, verglichen mit derjenigen mit dem flüssigen Leiter betrifft, eine besondere Aufmerksamkeit. In ersterer Hinsicht zeigt nämlich der negative Erreger ein ganz anderes Verhalten, wie der positive und zwar ist dieses abweichende Verhältniſs zuerst bei Gelegenheit der interessanten von Schweigger angegebenen galvanischen Combinationen von Ritter erkannt, und von Schweigger zur Verstärkung der Wirkung der Volta'schen Säulen benutzt worden [1]. Bei der Combination von Zink und Kupfer z. B. ist ein Stück Zink fähig, sehr viel Kupfer in Action zu versetzen, diese wächst bis zu einer gewissen Grenze mit jedem neuen Kupferbleche, das in der Flüssigkeit mit dem Zinke in Berührung gesetzt wird, aber nicht so umgekehrt, vielmehr nimmt bei unverändert bleibender Gröfse der Berührungsfläche des Kupfers mit der Flüssigkeit und bei der Vergröfserung der mit der Flüssigkeit in Berührung befindlichen Zinkfläche die chemische Action, so weit sie galvanisch bedingt ist, und sich also namentlich durch Entwickelung von Hydrogengas am Kupfer kund thut, ab, und kann sogar ganz auf Null herabsinken. Dieses gilt auch zwischen je zwei andern Metallen auf gleiche Weise für das negative in Beziehung auf das positive. So fand Ritter bei der Verbindung von Zinkdrähten mit Platindrähten unter Säuren, daſs, ungeachtet die Zinkdrähte dünne waren, die Gasentbindung am Platindrahte kaum merklich wuchs, wenn man noch einen zweiten, dritten mit ihm verbundenen Zinkdraht in die Säure brachte, während bei dem einen Zinkdrahte, wenn noch ein zweiter, dritter, vierter Platindraht u. s. f. mit ihm in der Säure verbunden wurde, jeder neue beinahe so viel Gas als der vorige gab, und man konnte lange fortfahren, bis der Unterschied merklich wurde. Diese Eigenschaft des positiven Metalls, eine verhältniſsmäſsig weit gröfsere Masse des negativen in galvanische Thätigkeit zu versetzen, die an diesem in einem

1 Galvanische Combinationen in Gehlen's Journ. VII. 537.

[illegible]drogenations, oder überhaupt in einem der Oxydation ent[illegible]gesetzten, diesen beschränkenden Processe besteht, hat Davy[1] neuerlich auf eine sehr sinnreiche Weise zur Sicherung des Kupferbeschlags der Schiffe gegen Oxydation in Vorschlag gebracht. Um nämlich die Bildung des basischen salzsauren Kupfers zu verhüten, wodurch das Seewasser den Kupferbeschlag der Schiffe allmählig zerstört, kam es nur darauf [illegible] das Kupfer in einem permament — el. Zustand durch den [illegible]tact mit einem andern positiven Metalle zu versetzen, und [illegible] zeigte sich, daſs schon durch Berührung mit einem Zinnstreifen, der bloſs $\frac{1}{100}$ von der Oberfläche des Kupfers beträgt, [illegible] er mit demselben in die geschlossene galvanische Kette [illegible], die beabsichtigte Wirkung erreicht wird. Auch andere [illegible] Kupfer positive Metalle, wie Zink und Blei können an[illegible]wandt werden, aber Zinn ist vorzuziehen, weil es durch Lö[illegible] in vollkommenen Contact mit dem Kupfer gebracht, und [illegible] basische salzsaure Salz (das Zinnsalz) leichter von ihm ge[illegible] werden kann. Die Versuche wurden mit Bändern von [illegible] gemacht, und es zeigte sich, daſs solch ein Band von [illegible] gleich $\frac{1}{100}$ des Kupfers die Zerstörung des letzteren [illegible] verhinderte. Davy vermuthete auch, daſs diese Methode, abgesehen davon, daſs sie die Oxydation beseitigt, auch das Anhängen der Vegetabilien und Seethiere an den Schiffsbeschlag verhindern werde. Die Versuche hierüber sind auch wirklich auf Befehl der Admiralität im Groſsen ausgeführt worden, und es hat sich der eine Erfolg, nämlich Beseitigung der Oxydation, vollkommen bestätigt gefunden, dagegen ist die andere Erwartung Davy's nicht eingetroffen, im Gegentheile fand sich, daſs die Vegetabilien und Seethiere sich in weit gröſserer Menge an den Schiffsbeschlag angelegt hatten, wodurch das Schiff in seinem Laufe sehr gehemmt wurde, und dieses Nachtheils wegen ist die Anwendung jenes Mittels wieder aufgegeben worden.

Bei diesem so verschiedenen Verhältnisse der beiden Erreger der ersten Classe, kommt es indeſs wesentlich nur auf die Gröſse der Berührungsfläche und nicht auf die Masse an, so daſs der negative Erreger bei gleicher Oberfläche, die mit dem flüssigen Leiter in Berührung tritt, wie verschieden auch die

1 Schweigg. N. R. XI. 444.

Masse desselben seyn mag, den gleich lebhaften Procefs begründet, also z. B. in Form eines ausgehöhlten Cylinders eben so wirksam ist, als wenn derselbe von dem gleichen Metalle ganz solid angewandt wird.

Noch äufsert die Gröfse des Zwischenraumes zwischen den trockenen Erregern oder die Dicke der Schicht der Flüssigkeit, die sich zwischen denselben befindet, einen bedeutenden Einfluſs auf die Lebhaftigkeit des chemischen Processes, und zwar gilt das allgemeine Gesetz, dafs unter übrigens gleichen Umständen der Procefs um so lebhafter ist, je kleiner der Zwischenraum oder je dünner die Schicht des flüssigen Leiters, bei übrigens gleichmäfsig bleibender Breitenausdehnung desselben ist. Auch steht bei gleicher Länge des Zwischenraumes und bei gleicher Berührungsfläche der trockenen Erreger mit der Flüssigkeit die Stärke des chemischen Processes in geradem Verhältnisse mit der Gröfse der Berührungsfläche der einzelnen Schichten jener letzteren unter einander selbst. Die Gröfse der Berührungsfläche der trockenen Erreger unter einander selbst ist dagegen ohne bemerkbaren Einfluſs auf die Stärke des chemischen Processes, und die kleinst mögliche Berührung derselben unter einander gleichsam nur in einem Puncte scheint für jede Verstärkung der Wirkung durch Vermehrung der Berührungsflächen mit der Flüssigkeit auszureichen, wenigstens bis zu einer Grenze, die in den gewöhnlichen Versuchen nicht überschritten wird.

34. *Metall-Vegetationen.*

Der chemische Procefs in dieser dreigliedrigen Kette aus zwei trockenen und einem feuchten Erreger modificirt sich besonders noch der *Art* nach gemäfs der Verschiedenheit der letzteren. Zwar findet in allen Fällen Zersetzung des Wassers als gemeinschaftlichen Bestandtheils aller feuchten Erreger statt, aber auch die anderweitigen Elemente derselben greifen in den Procefs mit ein, und indem sie theils durch die galvanische Action an und für sich, theils durch die Wechselwirkung mit den Bestandtheilen des zersetzten Wassers von einander getrennt werden und in neue Verbindungen eingehen, treten sie im Raume verschieden, in mannigfaltiger Gestalt auf. Man kann in dieser Hinsicht den allgemeinen Satz aufstellen, dafs ein jeder zusammengesetzter Körper, der im Wasser aufgelöst an dem Processe mit Theil nimmt, sofern er durch die Action

der Kette zersetzt wird, in allen Fällen in zwei Bestandtheile zerlegt wird, die in Beziehung auf einander in einem ähnlichen Verhältnisse oder Gegensatze stehen, indem der eine von ihnen, wie der Sauerstoff, von dem positiven, der andere von dem negativen Erreger angezogen wird und an diesem auftritt. Es gilt in dieser Hinsicht ein ähnliches allgemeines Gesetz, wie dasjenige, auf welchem die Spannungsreihe der trockenen Erreger beruht, dafs nämlich alle Körper sich in eine Reihe ordnen lassen, nach welcher zum Voraus das Verhalten je zweier Körper, die aus ihrer Verbindung mit einander durch die galvanische Action abgetrennt werden können, sich bestimmen läfst, nämlich welcher von ihnen am +, welcher am — Pole auftreten werde, wobei dasselbe Gesetz wie bei den Metallen gilt, dafs, wenn ein Körper a gegen einen Körper b sich positiv verhält, d. h. vom — Pole angezogen wird, während b sich nach dem + Pole begiebt, und darum den Namen des negativen erhält, er auch mit allen Körpern c, d, e, f u. s. w., gegen welche b seinerseits sich positiv verhält, den gleichen Charakter zeigen werde. So weit die zerlegenden Versuche in der einfachen Kette gehen, folgen die einfachen Grundstoffe von dem negativsten ausgegangen, in folgender Ordnung: Sauerstoff, Chlor, Jod, Stickstoff, Schwefel, Selen, Phosphor, die Metalle, Wasserstoff, und von den bereits zusammengesetzten Körpern, die als solche aus einer Verbindung der zweiten und dritten Ordnung abgetrennt werden, sind die Säuren die am meisten negativen, dann die Erden, und die positiven sind die Laugensalze. Zur Erläuterung dieses Verhaltens dienen folgende Versuche. Bedient man sich einer Zink-Gold oder Zink-Platinkette unter der *Salpetersäure*, so entwickelt sich am negativen Metalle nicht blofs Wasserstoffgas, sondern auch Stickgas, während das Zink sich oxydirt; dient dagegen *Ammoniak* als flüssiger Leiter, so tritt am — Pole blofs Wasserstoffgas, am + Pole dagegen neben dem Sauerstoffgase auch Stickgas hervor. Wird *Schwefelsäure* als flüssiger Leiter gebraucht, so entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas am negativen Metalle. *Oxychlorsäure* giebt Chlor am negativen Metalle, das zugleich aufgelöst wird, *Hydrochlorsäure* dagegen das Chlor am positiven Metalle, während Wasserstoffgas sich am negativen Metalle entwickelt; eben so *Hydrojodsäure* Jod am positiven Metalle, Wasserstoff am negativen. Der Sauerstoff

getationen, den Bleibaum, Dianenbaum, Zinnbaum u. s. w. zusammen, und zeigte, dafs auch ihr Wachsthum auf galvanische Weise durch eine Kette der ersten Art vor sich gehe. Er bemerkte nämlich, dafs, wenn er auf eine Glasplatte etwas salpetersaure Silberauflösung gofs und ein Stückchen Zinkdraht in die Mitte derselben legte, in kurzer Zeit ein schöner Silberbaum erschien, als wüchse er aus dem Drahte heraus, wo sich dann bei genauer Beobachtung mit dem Mikroskope zeigte, dafs die Ramificationen des Silbers an ihrem äufsersten Ende am weitesten von dem Zinke ab durch allmälige Reduction des Silbers anwuchsen, zum offenbaren Beweise, dafs das Silberoxyd nicht durch eine unmittelbare Wechselwirkung zwischen diesem und dem Zinke reducirt wird, sondern durch etwas, was an dem Puncte, wo das Anwachsen vor sich geht, wirksam ist, kurz nach dem Schema einer einfachen galvanischen Kette, deren negatives Glied, das bereits reducirte Silber, durch den Wasserstoff, der an demselben auftritt, das Silberoxyd zum Metall reducirt, das nach den Gesetzen der Krystallisation an das bereits vorhandene Silber sich anlegt, während zugleich das Zink als das positive Glied durch den an ihm auftretenden Sauerstoff oxydirt wird, und sich in der Säure auflöst, die von Silberoxyd befreit ist. Den vollständigsten Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht lieferte beinahe zu gleicher Zeit und wie es scheint unabhängig von Sylvester, Theodor von Grotthuss durch eine Reihe sinnreicher Versuche[1]. In allen diesen Metallreductionen, die durch ein, verglichen mit dem zu reducirenden Metalle, mehr el. positives Metall, wie insbesondere durch Zink oder Zinn, aber auch, wie der Dianenbaum, durch Quecksilber oder Kupfer hervorgebracht werden können, ist allerdings im ersten Augenblicke keine solche dreigliedrige galvanische Kette, wie wir sie hier betrachten, wirksam, und man kann den ersten Anfang der Reduction als nach gewöhnlichen chemischen Gesetzen in Folge der stärkeren Anziehung des reducirenden Metalls zum Sauerstoff des aufgelösten Metalls erfolgend betrachten, sobald aber die ersten Blättchen des reducirten und relativ negativen Metalls sich angelegt haben, ist auch

1 Annales de Chimie LXIII. übersetzt im Journal d. Ch. u. Ph. v. Gehlen V. 118. Vergl. auch Th. v. Grotthuss physisch-chemische Forschungen. Nürnberg 1820. S. 126.

sogleich eine geschlossene galvanische Kette von zwei Metallen und der Metallauflösung thätig, und die weitere Reduction geschieht dann durchaus auf galvanische Weise, wie der Umstand am deutlichsten beweiset, dafs die neuen Krystalle des reducirten Metalls (die gewöhnlich als Blättchen oder Spiefschen erscheinen) sich stets an die Enden der bereits vorhandenen Blättchen anlegen. Grotthuss bewies durch genaue Beobachtung, dafs dieses Fortwachsen auf die angezeigte Art und nicht etwa durch ein Fortschieben der bereits gebildeten Blättchen durch andere, die sich immer wieder von neuem an das Zink anlegen, erfolge. Wenn daher der Bleibaum vom Zinke losgetrennt wird, so wächst er seinerseits nicht weiter, weil er dann nicht weiter mehr ein Glied der galvanischen Kette bildet. Besonders entscheidend für diese Erklärung war der Versuch, in welchem Grotthuss salpetersaure Silberauflösung über salpetersaure Kupferauflösung und einen Kupferdraht in ersitere brachte; es bildete sich ein Silberbaum, und da dieser nachher an die Grenze der Kupferauflösung kam, so wuchs er als Kupfervegetation fort.

Gegen diese so wohl begründete Theorie der Metallvegetationen hat N. W. Fischer[1] einige erhebliche Einwürfe gemacht. Er behauptet, die Reduction gehe nur vor sich, wenn das mehr positive Metall in unmittelbarer Berührung mit der Metallauflösung sey, aus welcher das andere Metall reducirt werden soll, höre aber sogleich auf, wenn diese Berührung unterbrochen werde; es spreche ferner gegen die gegebene Erklärung der von ihm angestellte Versuch, dafs eine Zinkstange mit einem daran befestigten Bleiblättchen keine Reduction in einer Bleiauflösung bewirke, wenn auch das Bleiblättchen in dieselbe hineinrage, dagegen die Zinkstange aufser Berührung mit derselben sey, eben so der Versuch, dafs bei sorgfältiger Uebereinanderschichtung einer Kupferauflösung über eine Auflösung von essigsaurem Blei, das Kupfer, welches durch Blei aus ersterer niedergeschlagen worden sey, bei der Berührung der Bleiauflösung das Blei nicht daraus fälle, dafs ferner eine Kette aus zwei Metallen und einer Metallauflösung nur die Reduction bewirke, wie das positive Metall auch schon für sich

1 Kritische Untersuchung einiger Erscheinungen u. s. w. im XXI. Bande der Denkschriften der Berl. Akad. der Wissenschaften 1816 und im Auszuge in G. LXXII. 289.

allein auf rein chemische Weise das aufgelöste Metall wider herstelle, wie dann aus einer Bleizuckerauflösung durch eine Kette von Blei und Platin das Blei nicht reducirt werde, die doch wenigstens eben so wirksam sey, als eine Kette von Zink und Blei; eben so wenig durch eine Kette von Eisen und Platin, sondern dafs Zink dazu erforderlich sey; dafs ferner auch die Auflösungen der Metallsalze in Weingeist, namentlich der Kupfer- und Silbersalze, auf ähnliche Weise reducirt werden, wo doch die Erklärung durch eine Wasserzersetzung und den am — Pole auftretenden Wasserstoff nicht anwendbar sey, und dafs die Reduction des Bleies aus einer Auflösung des Bleizuckers in Weingeist durch Zink wohl nur darum ausbleibe, weil das essigsaure Zink in Weingeist nicht auflöslich sey.

Abgesehen davon, dafs schon die Art des Fortwachsens des Silberbaumes, Bleibaumes auf keine andere als galvanische Weise begreiflich, und die von Fischer versuchte Erklärung, als wenn doch das Blei stets unmittelbar am Zinke niedergeschlagen werde, sich aber auf Unkosten eines angrenzenden Theilchens von Bleioxyd von neuem wieder auflöse, bis zu jenen Bleitheilchen hin, das sich irgendwo an das Ende des bereits gebildeten Bleibaums wegen der Cohäsions-Anziehung anhänge, ganz willkürlich ist, so hat Heinrich Rose die Unrichtigkeit aller jener Behauptungen Fischer's gründlich nachgewiesen, und durch neue Versuche die Sylvester-Grotthussische Erklärung ferner bestätigt[1]. Er liefs durch eine Zinkstange in einer Bleizuckerauflösung, die in einer einen halben Zoll weiten, unten geschlossenen, Glasröhre sich befand, einen Bleibaum von oben nach unten wachsen, und nachdem dieser vom Ende der Zinkstange aus gerechnet einen Zoll gewachsen war, liefs er einen Tropfen einer concentrirten Glaubersalzauflösung neben der Vegetation hinablaufen; man konnte durch den Faden, den er bildete, deutlich das Hinabsinken bemerken, doch nicht eher, als bis er das Ende der Vegetation erreicht hatte, verwandelte er sich plötzlich in ein weifses Wölkchen. Auch wurde der Versuch so angestellt, dafs das Zink auf den Boden einer unten mit einem Korke verschlossenen Glasröhre gebracht wurde, in welcher sich eine Bleizuckerauflösung befand. Wurde nun, nachdem die Vegetation eine

1 Th. v. Grotthuss physisch-chemische Forschungen S. 139.

Zeitlang von unten nach oben gewachsen war, die Flüssigkeit unterhalb mit Sorgfalt, so weit die Höhe der Vegetation reichte, abgelassen, so fand sich bei der Prüfung mit Glaubersalz nichts von Blei darin. Er brachte ferner in einer engen Glasröhre über eine Bleiauflösung eine Auflösung von essigsaurem Zink mit aller Vorsicht die Vermischung zu vermeiden, und dann einen Zinkcylinder mit einem Bleistreifchen, so dafs ersterer noch einige Zolle von der Bleiauflösung entfernt blieb; die Reduction fand in diesem Falle nur an der Bleispitze statt, und in vielen Tagen keine am Zinke, doch war diese Reduction des Bleies nur sehr sparsam und erfolgte erst nach längerer Zeit, sie war sogar noch viel geringer, wenn der Bleistreifen nicht blofs einige Linien herab, sondern bis auf den Boden der Flüssigkeit reichte, sie erfolgte dann nur an der Grenze beider Flüssigkeiten, und war nicht stärker, als wenn ein Bleistreifen auch für sich allein durch beide über einander geschichtete Flüssigkeiten gesteckt worden wäre. Es scheint in diesem Falle die Wirkung der einen Kette aus Zink, Blei und den beiden Flüssigkeiten durch eine entgegengesetzte Wirkung einer andern Kette, welche durch das Blei mit den beiden Flüssigkeiten gebildet wurde, beschränkt worden zu seyn, doch spricht immer noch die auch noch so geringe Reduction des Bleies an der Spitze des Bleistreifens gegen Fischer. Wurde dagegen die Bleizuckerauflösung in einem unten mit Blase zugebundenen Glascylinder gegossen, und dieser in eine Schale gesetzt, worin sich eine Glaubersalzauflösung befand, in welcher ein Stück regulinisches Zink lag, mit einem Bleistreifen, noch besser einem Silber- oder Platindrahte verbunden, welcher umgebogen in das Glas mit der Bleizuckeranflösung hineintauchte, so erfolgte die schönste Bleivegetation. Selbst eine Kette aus Eisen und Silberdraht brachte bei derselben Vorrichtung einen schönen Bleibaum am Silberdrahte hervor. Dafs beim Eintauchen einer Zinkstange, an welcher sich ein Bleistreifen, oder selbst ein Gold- oder Silberstreifen befindet, in eine Bleiauflösung, keine merkliche Reduction des Bleies am negativen Metalle erfolgt, erklärt sich zur Genüge daraus, dafs sich sogleich auf gewöhnliche Weise Blei am Zinke niederschlägt, das dann allerdings eine wirksamere galvanische Kette wegen des geringeren Zwischenraumes der Flüssigkeit von diesem Blei zum Zinke bildet, als jene erstere ist, und somit an sich die weitere Reduction auf galvanischem Wege unterhält.

gänzliche Unterbrechung der Action der Kette unter den angeführten Umständen durch Gold, Platin und jeden andern noch stärker negativen Erreger, wie z. B. durch Kohle, Reifsblei, krystallisirtes Graubraunsteinerz, ist ein um so merkwürdigeres Factum, da ein gleicher Streifen von nassem Papier oder eine befeuchtete Schnur, ein Amianthfaden, die statt des Golddrahts in gleicher Ausdehnung eingehängt werden, die Wirkung nicht unterbrechen, ungeachtet sie von Gold, Platin u. s. w. an Leitungsfähigkeit für E. in so hohem Grade übertroffen werden [1].

So wie nun der chemische Proceſs nach Verschiedenheit des flüssigen Leiters an dem positiven und negativen Metalle eine verschiedene Gestalt annehmen kann, so nimmt er auch an jenen beiden Enden des verbindenden trockenen Leiters eine entsprechende verschiedene Gestalt an und dadurch werden diese Versuche vorzüglich auch geeignet, jene oben aufgestellte Theorie der Metallvegetationen weiter zu bestätigen. Ross theilte in dieser Hinsicht entscheidende Erfahrungen mit [2]. Er goſs in Fig. 84. zwei Gläser salpetersaure Silberauflösung, bediente sich einer Zinksilberkette, und zum homogenen Leiter zwischen den beiden Gläsern eines Silberdrahtes. Hier fand nun, wie zu erwarten war, eine reichliche Reduction des Silbers am Zinke statt, die, je mehr sie zunahm, mit desto schwärzerer Farbe erschien, zugleich stellte sich aber auch am gegenüberstehenden Ende c des Silberdrahtes eine Silbervegetation ein, erst mit weiſser, dann mit schwarzer Farbe, letzteres wahrscheinlich Silberhydrid, weil nun mehr Wasserstoff entwickelt wurde, als bei der bereits erschöpften Silberauflösung zur Reduction des Silberoxyds erforderlich war, dagegen wuchs in dem andern Glase am Silberdrahte der eigentlichen Kette die schönste Silbervegetation fort, indem durch Auflösung des verbindenden Silberdrahtes am Ende d die Silberauflösung immer wieder erneuert wurde. Enthielten die Gläser salpetersaures Kupfer, so überzog sich das Zink auf gewöhnliche Weise mit Kupfer, aber auch an c fand Kupferreduction statt, auch an dem Silberdrahte der eigentlichen Kette. Doch bestand das Reduct sehr bald aus Silber, abhängig von dem Silber, das sich an dem Ende d, des die beiden Gläser verbindenden Silberdrahtes fortdauernd oxydirte und in

1 S. noch weiter unten die Vers. mit Pigmenten und mit Säulen.
2 a. a. O.

...auflösung überging, während das reducirte Kupfer auf das... reagirte, es reducirte und selbst wieder aufgelöst wurde. ...länglich verdünnter schwefelsaurer Kupferauflösung zeig... auch dieselben Erscheinungen nur in schwächerem Grade, ...en bei Anwendung einer salzsauren Kupferauflösung, oder ...der schwefelsauren Kupferauflösung, welcher einige Tro... Salzsäure beigemischt waren, entstand in dem ersten Au...blicke eine unbedeutende Kupferhaut am Silberdrahte der ..., die indefs bald verschwand, das Ende d des Silberdrah... wurde etwas schwarz, jedoch gar nicht angegriffen, und er... von nun an keine weitere Wirkung. Wurde eine Auf... von Bleizucker in die Gläser gegossen, so bildete sich ... an dem Zinke der gewöhnliche Bleibaum, an den Silber..., namentlich an den verbindenden, war dagegen keine ...derung wahrzunehmen, woraus man sieht, dafs diese ... Silber unterbrochenen Ketten nur eine schwache Wir... geben, die nur dann merklich wird, wenn die Metallauf... selbst in einem günstigen Sinne mitwirkt.

Chemischer Procefs in Ketten aus einem trockenen und zwei feuchten Erregern.

37. Die zweite Art von Ketten, in welchen der Galvanis... unter der Form des galvanischen Processes erscheint, sind ... aus *einem festen* (trockenen) und *zwei flüssigen* Erre... Eine merkwürdige Erfahrung von Bucholz[1], welche ... den bekannten chemischen Gesetzen nicht erklärlich schien, ... zuerst auf die nähere Betrachtung dieser Ketten geleitet. ... bis zur Syrupsdicke abgerauchte salzsaure Zinnauflösung ... noch freier Säure, aber doch so weit gesättigt, dafs sie beim ...kalten krystallisirte, wurde mit Wasser übergossen, und nun ...krystallisirte schon nach einer Viertelstunde sehr merklich an ... noch unaufgelöst gebliebenen, auf dem Boden liegenden, ...stückchen, welche in die vom Wasser verdünnte Auflö... hineinragten, in den schönsten Spiefschen und Nadeln bis ... Gröfse von einem halben Zolle metallisches Zinn, und zwar ... in der ganzen, oben durch Wasser verdünnten Schicht, ...dern nur in der Mitte dieser Flüssigkeit, also in einer Schicht ... Zinnauflösung von einem bestimmten Grade der Verdün-

1 N. Allg. J. d. Ch. III. S. 424 und 425.

nung, Bucholz blieb bei der Erklärung stehen, dafs durc
Verdünnung ein Theil Zinnoxydul ausgeschieden werde,
aber zugleich das aufgelöst gebliebene seinen Sauerstoff ent
um sich in Oxyd zu verwandeln, wodurch es zu metallis
Zinn reducirt werde. Doch nicht ganz zufrieden mit d
Erklärung schlofs er seine Abhandlung mit der Frage: ob
nicht vielleicht jener Erfolg auf galvanische Weise erklären
Diese Erklärung gab dann Ritter, und bestätigte sie durch
sinnreich abgeänderte Versuche [1], und seitdem sind w
Versuche dieser Art sowohl von Ritter selbst [2], als auch
Bucholz [3], Th. v. Grotthuss [4] u. a. angestellt worden.
hier, wie in der ersten Kette, ist der chemische Proceſs ei
im Raume getrennte einander entgegengesetzte Stellen verth
Oxydations- und Hydrogenationsproceſs, auch hier findet
Wasserzersetzung, und unter günstigen Umständen eine
setzung der in den Proceſs zugleich mit eingehenden ander
tigen Substanzen statt, die theils durch die chemische W
kung der freigewordenen Bestandtheile des Wassers verm
wird, theils auch unabhängig davon ist, wonach dann die
stalt des Processes bei der grofsen Mannigfaltigkeit der flüss
Leiter, die hierzu angewandt werden können, in den Pro
ten selbst höchst verschieden ausfallen kann, wenn gleich
allgemeine Gesetz ihrer Bildung im wesentlichen stets dasselbe

So wie im chemischen Processe der vorher betrachte
Kette die beiden chemischen Pole, der Oxygen- und Hydro
Pol, an die Berührungsstellen der beiden trockenen Erreger
dem einen flüssigen Leiter, und zwar der Oxygen-Pol an da
el., der Hydrogenpol an das — el. Metall vertheilt waren,
zeigen sich hier die beiden Pole in den Berührungsstellen
einen festen Erregers mit den beiden flüssigen Erregern, so
dieser feste Erreger gleichsam in sich selbst in zwei Hal
oder Zonen zerfällt, von denen die eine in ihrer Berührung
der einen Flüssigkeit das Aequivalent des positiven Metalls
und einen Oxydationspunct eingeht, die andere Hälfte in i

---

1 N. Allg. J. d. Ch. IV. 253—287.

2 S. besonders über physisch-chemische Gegenstände G
Journ. d. Ch. u. Ph. I. 351 ff.

3 a. a. O. V. 127.

4 Physische Forschungen S. 53 ff.

berührung mit der andern Flüssigkeit gleichsam als negatives Metall wirkt, an welchem das Hydrogen die Form des chemischen Processes bestimmt, sey es nun, dafs es als Wasserstoffgas sich ausscheide, oder mit dem Erreger selbst zum Hydroid sich verbinde, oder bei Anwendung von Metallauflösungen eine Reduction des Metalloxyds bestimme, welches auch hier unter günstigen Umständen als eine Metallvegetation erscheint, zwischen welchen beiden Hälften eine mehr oder weniger ausgedehnte Indifferenzzone liegt, in welcher der feste Erreger keine Veränderung zeigt. Die Art der Vertheilung dieser chemischen Kräfte glaubte RITTER ganz allgemein durch den Satz bestimmen zu können, dafs der Ort, wo auch ohne und aufser der Kette allein rein chemischen Processe zwischen dem festen Erreger und einer Flüssigkeit stärkere Oxydation statt finde, auch der Ort sey, wo in der Kette der Oxygenpol auftrete, dagegen der Ort der schwächeren Oxydation aufser der Kette zum Hydrogenpole werde. Indefs möchte es in einzelnen Fällen sehr schwierig zu bestimmen seyn, welche von zwei Flüssigkeiten stärker reducirend auf einen festen Erreger einwirke als die andere, zumal wenn eine andere Art von chemischem Procefs, wie bei den Schwefelleibern, als Aequivalent einer Oxydation auftritt, und einige derjenigen Ketten, auf welche eine solche Vergleichung anwendbar ist, scheinen sogar im Widerspruche mit diesem Satze zu stehen. Nimmt man auf das el. Erregungsverhältnifs der Flüssigkeiten mit dem trockenen Erreger Rücksicht, so scheint sich als Resultat zu ergeben, dafs der Oxygenpol an der Berührungsstelle mit derjenigen Flüssigkeit auftritt, welche entweder + el. oder stärker +, oder schwächer — el. als die andere Flüssigkeit mit dem trockenen Erreger wird.

Um diese Versuche anzustellen, gieſst man die spec. schwere von den beiden Flüssigkeiten a auf den Boden eines unten verschlossenen Glascylinders etwa einen halben Zoll hoch, bringt dann vermittelst Fliefspapiers die spec. leichtere Flüssigkeit b in gleicher Höhe so über jene, dafs beide Flüssigkeiten möglichst scharfe Grenzen bilden, und steckt dann den Erreger erster Classe c in Form eines Drahtes, Stabes oder einer dünnen schmalen Platte durch beide Flüssigkeiten hindurch, welcher sonach als drittes Glied mit den beiden übrigen eine einfache galvanische Kette, eine Kette ohne Zwischenraum schliefst. Ist a *Salzsäure* gewöhnlicher Concentration, b Wasser, c ein Streifen Stanniol, so besetzt

sich der Streifen in der Säure überall mit Hydrogen, im Wasser aber in der Nähe der Säure oxydirt er sich ohne Gas. Rührt man a und b unter einander, so hört sogleich alle Wirkung auf. Aus drei Gliedern sind zwei geworden, die wenigstens unter diesen Umständen keine wirksame Kette geben. So wie man aber über die dergestalt verdünnte Säure wieder neues Wasser bringt, so stellt sich auch wieder die vorige Wirkung mit *derselben Vertheilung* ein. Bringt man auf diese Weise eine *Zinkstange*, eine concentrirte Auflösung von kohlensaurem Kali oder Aetzkali und Wasser zusammen, so oxydirt sich das Zink im Alkali, und besetzt sich im Wasser mit Wasserstoffgas, doch werden diese Erfolge erst nach mehreren Minuten recht auffallend [1].

Grotthuss brachte einen Stift von *reinem Silber* in eine concentrirte Auflösung von krystallisirtem salpetersaurem Silber, über welchem sich Wasser befand; es zeigten sich nach 48 Stunden am untern Theile der Röhre am Glase 2—3 Linien hohe Silberdendriten, die jedoch mit dem untern Ende des Stiftes wie mit ihrer Wurzel zusammenhingen, und in der Richtung abwärts fortwuchsen; am oberen Theile des Stiftes, wo er sich im Wasser befand, waren mit der Loupe zwei bis drei bräunliche Zonen von Silberoxydhydrat sichtbar [2]. Bucholz [3] brachte durch eine concentrirte Auflösung von so viel möglich neutralem salzsaurem Kupferoxyd und Wasser, welches über jene mit aller Vorsicht geschichtet war, ein ¼ Z. breites, 6 Z. langes polirtes Kupferblech bis auf den Boden des Glases; es zeigte sich aber hierbei nichts anderes als eine Absetzung von salzsaurem Kupferoxydul am Kupferbleche, so weit es in die Kupferauflösung tauchte, die mehr und mehr zunahm; wurde dagegen der Versuch mit einer concentrirten Auflösung von soviel möglich neutralem salpetersaurem Kupfer angestellt, so zeigte das Kupferblech nach 72 Stunden herausgenommen, nachdem die beiden Flüssigkeiten schon merklich mit einander vermischt waren, in der Mitte, wo die beiden Flüssigkeiten an einander gegrenzt hatten, eine breite blanke Stelle, wo weder Oxydation noch Kupferniederschlag zu bemerken war; über dieser Stelle

1 Ritter el. System S. 21 ff.

2 Physisch-chemische Forschungen S. 53.

3 a. a. O.

also im Wasser, ein sehr dünner Ueberzug von schwarzbraunem Oxyd und unterhalb ein pulveriger kupferrother Ueberzug, der gegen die Endspitze des Kupferbleches immer dicker wurde und ein gestreiftes Ansehen gewann. Wurde das Wasser mit etwas Salpetersäure geschärft, so ging dieser Reductionsproceſs noch rascher und im höheren Grade vor sich; wurde die salpetersaure Kupferauflösung mit Kupfer so viel möglich übersättigt angewandt, so daſs das Wasser in seiner Berührungsfläche mit dieser Auflösung salpetersaures Kupferoxyd in grünlich weiſslichen Fleckchen ausschied, so erfolgte die Ausscheidung des Kupfers nicht bloſs in Form einer Rinde, sondern in Form von kleinen Kugeln von ganz ebenem geflossenem metallischem Ansehn. Schwefelsaures Kupfer, Wasser und Kupfer gaben keine Reduction, wohl aber wenn das Wasser mit Schwefelsäure geschärft wurde; concentrirte salpetersaure Silberauflösung, Wasser mit Salpetersäure geschärft und ein Silberblech gaben eine Reduction des Silbers in schönen Körnern; salpetersaure Bleiauflösung, Wasser mit Salpetersäure gefärbt und ein Bleistreifen gaben Reduction des Bleies, nicht aber essigsaures Blei, Wasser und ein Bleistreifen, aber wohl wenn statt des Wassers Essigsäure angewandt wurde; eben so salzsaure Zinkauflösung, mit Salzsäure gesäuertes Wasser und Zink eine wirkliche Reduction in Form einer schwarzgrauen Substanz, ohne metallischen Glanz, welche in längerer Zeit zu förmlichen Zacken auswuchs. In allen diesen und noch mehreren Versuchen, in welchen eine wahre Metallreduction statt fand, muſste das Metall mit irgend einer Säure eine solche Auflösung bilden, die bei Berührung mit demselben regulinischen Metalle nicht oder nur sehr langsam chemisch verändert wird, und die zweite oder wässerige Flüssigkeit muſste auch schon für sich und auſser der Kette im Stande seyn, das gebrauchte Metall zu oxydiren.

Bemerkenswerth sind noch insbesondere die Erscheinungen, welche die *Zinnauflösungen* in verschiedenen Graden der Concentration und Sättigung mit einander und mit *Zinn* (Stanniol) zur Kette geschlossen zeigen, wie sie Ritter durch eine groſse Reihe von Versuchen ausgemittelt hat, Erscheinungen, in welchen er besonders eine Bestätigung des von ihm aufgestellten allgemeinen Gesetzes für die Vertheilung der beiden chemischen Pole am festen Leiter zu finden glaubte.

Bucholz hatte, wie schon oben bemerkt, gefunden, daſs

die Zinnreduction in dem verdünnten Theile der Zinnauflösung erfolgt war, und zwar am stärksten in einer gewissen Schicht, in welcher die Verdünnung einen bestimmten Grad haben mufste. Ritter untersuchte dann zuerst den Einflufs der verschiedenen Grade der Verdünnung auf die Stärke der Action. Er stellte die Versuche theils so an, dafs er in V förmig gestalteten Röhren die concentrirte Auflösung in den einen, die verdünnte in den andern Schenkel brachte, und mit einem Bogen von Stanniol, der auf beiden Seiten in die Flüssigkeiten eintauchte, die Kette schlofs, theils dafs er in einem cylindrischen Glase mit aller Vorsicht die Flüssigkeiten über einander schichtete und durch diese einen Streifen Stanniol brachte. Hier zeigte sich nun, dafs unter verschiedenen Graden von Verdünnung eine Auflösung, die mit dem 64 fachen Volumen Wassers verdünnt, war, das Maximum der Action mit der concentrirten Auflösung gab, bei geringerer und gröfserer Verdünnung abnahm, und auch bei einer Verdünnung mit dem 1025 fachen Volumen Wassers die Reduction in dieser Schicht, so wie die Oxydation des Zinns in der concentrirten Auflösung noch merklich war. Es ergab sich ferner, dafs jene 64 fach verdünnte Auflösung mit der am meisten concentrirten das Maximum von Action gab, welche geringer ausfiel, wenn eine weniger concentrirte Auflösung genommen wurde. Von besonderem Interesse war aber der von Ritter bemerkte Umstand, dafs nicht jede concentrirte salzsaure Zinnauflösung, mit einer verdünnten und mit Stanniol zur Kette geschlossen, die Oxydation oder fernere Auflösung des Zinns in der concentrirten und die Reduction in der verdünnten Auflösung gab. Dieses geschah nämlich nur unter der Bedingung, dafs die concentrirte Zinnauflösung *nicht mit Zinn gesättigt*, sondern noch *ein gewisser Antheil freier Säure in ihr vorhanden war*. Ist die Auflösung gesättigt oder der Antheil freier Säure in ihr geringer, so sind die Phänomene total umgekehrt, d. i. der Stanniol oxydirt sich dann und löst sich auf in der verdünnten, und das Zinn reducirt sich in der concentrirten Auflösung, doch wächst nicht in dem Maafse, als die freie Säure fehlt, auch die Fähigkeit letzterer die *Phänomene in der umgekehrten Ordnung zu geben*. Bringt man eine gesättigte mit einer nicht ganz gesättigten oder gesättigt gewesenen, aber dann mit freier Säure versetzten Zinnauflösung zusammen, so ist allemal die Reduction in der ersteren, die Oxy-

dation in der letzteren. Verbindet man eine gesättigte oder in irgend einem Grade gesäuerte Zinnauflösung mit reiner Salzsäure, so ist die Oxydation immer in letzterer, die Reduction in ersterer.

So viel wie möglich mit Zinn gesättigte Auflösung, mit Wasser geschichtet, giebt die Reduction in der Zinnauflösung, der Erfolg ist aber grösser, wenn die Auflösung etwas freie Säure enthällt, bei unveränderter Vertheilung der Pole, nimmt aber ab, wenn noch etwas mehr freie Säure hinzukommt, und kehrt sich gänzlich um, wenn die Säure noch ferner wächst, indem dann die Reduction in der dünnern Schicht, die Oxydation und Auflösung des Zinns in der unverdünnten Schicht erfolgt; die Action wächst unter diesen Umständen, bis die Salzsäure ungefähr den 6ten bis 8ten Theil von der gesättigten Zinnauflösung enthält, nimmt dann wieder ab, hört aber nicht ganz auf, wenn die Salzsäure auf eine halbe Unze auch nur einen Tropfen der gesättigten Zinnauflösung enthält, und zwar mit derselben Vertheilung der Pole.

Eine Zinnauflösung, die so weit mit Zinn gesättigt ist, dafs sie mit Wasser und Stanniol die Reduction in ihr selbst und die Oxydation im Wasser giebt, giebt diese Vertheilung der Pole mit jedem Grade der Verdünnung ihrer selbst; stets fällt die Reduction in die concentrirte Auflösung. Es lassen sich auch abwechselnde Oxydationen und Reductionen auf diese Weise an demselben Stanniolstreifen darstellen. Bringt man nämlich in ein Cylinderglas erst einen halben Zoll hoch concentrirte, möglichst gesättigte, Zinnauflösung, über diese mit der gleichen Menge Salzsäure vermischte und über letztere wieder reines Wasser, und senkt alsdann durch diese drei Schichten einen starken Streifen Stanniol hinab, so sieht man nach einiger Zeit eine starke Reduction in der untern Auflösung, Oxydation und Auflösung des Zinns in der mit Säure gemischten nahe über der ersten Flüssigkeitsgrenze, weiter hinauf ist der Stanniolstreifen fast unangegriffen, bis nahe unter der zweiten Flüssigkeitsgrenze, wo er wieder sehr stark angegriffen ist, und über ihr nach dem Wasser zu lebhafte Reduction. Es lassen sich dergleichen Versuche mit noch viel mehreren Schichten, die sich unmerklich in einander verlaufen, anstellen, wo zwar eben so vielmal die Bedingungen einer galvanischen Kette und der daraus hervorgehenden Reduction und Oxydation abwechselnd sich

zwei verschiedenen Stellen eine auffallend verschiedene Temperatur besitzt, womit ein verschiedenes elektromotorisches Verhalten gegen einen und denselben flüssigen Leiter gegeben ist, oder wo zwei scheinbar homogene Metallplatten durch jene Einflüsse, von welchen oben (unter 22) ausführlich die Rede gewesen ist, in Beziehung auf einander den Werth zweier verschiedener Erreger angenommen haben. Es ist also hier nur von jener zweigliedrigen Kette die Rede, in welcher der trockene Erreger überall seiner Qualität nach als homogen angenommen wird und bloſs in einer Kette mit innerem Zwischenraume die beiden Flächen der Berührung mit dem flüssigen Leiter an Ausdehnung sehr merklich von einander abweichen. Zamboni hat zuerst diese zweigliedrigen Ketten bekannt gemacht [1]. Nach der Art der Vertheilung der el. Pole einer mehrfachen Kette dieser Art aus *Zink* oder *Zinn* mit einer salzigen Flüssigkeit, wie sie von Zamboni angegeben wird, würde die breitere Fläche des Metalls den Hydrogen-, die schmälere den Oxygenpol geben, jene also die Rolle des negativen Metalls oder des Kupfers, diese die des positiven oder Zinks übernehmen. Erman will dagegen die Vertheilung der el. und eben damit auch der ihnen parallel laufenden chemischen Pole entgegengesetzt gefunden haben [2]. Pohl behauptet ein entgegengesetztes Verhalten der zweigliedrigen Kette, je nachdem der trockene Erreger, welcher mit der Flüssigkeit mit zwei an Ausdehnung sehr verschiedenen Flächen in Berührung gebracht wird, in dem gewöhnlichen einfachen Contacte mit derselben positiv oder negativ wird [3]. Bei den positiven Metallen, wie *Zink*, *Zinn*, *Blei*, soll der Oxygenpol, wie auch Erman gefunden hat, an die *breitere Berührungsfläche* fallen, bei den negativen Metallen, *Kupfer*, *Silber*, soll die Vertheilung gerade die entgegengesetzte seyn, und der Oxygenpol an der schmalen Fläche auftreten. Diese Art der Vertheilung ist jedoch nicht durch directe Erfahrungen über die chemischen Producte der beiden Pole, sondern nur durch das elektromagnetische Verhalten solcher zweigliedrigen Ketten bestimmt.

40. Es giebt gewisse chemische Wirkungen, die in ihre

---

1 G. LX. 151.

2 Ebend. LXIV. 45.

3 Der Proceſs u. s. w. S. 91. 92.

Vertheilung so ganz das Gepräge der galvanischen haben, dafs sie, da auch die Bedingungen derselben zunächst mit denen der einfachen zweigliedrigen Kette übereinstimmen, am passendsten hier in Betracht gezogen werden, nämlich die Wirkung der einzelnen Metalle auf die Pflanzenpigmente, welche zuerst Jaeger bekannt gemacht hat[1]. Er fand nämlich, dafs schon das bloſse Zink für sich allein mit einem einzigen feuchten Leiter in Berührung gebracht, die Hauptphänomene einer wirksamen geschlossenen galvanischen Kette aus zwei trockenen und einem feuchten Erreger darstelle. Legt man ein mit einem zur Ausmittelung der Alkalien und Säuren dienenden Pflanzenpigmente gefärbtes Papier, z. B. eine Scheibe von Curcumapapier auf eine Zinkplatte, so entstehen in kurzer Zeit auf derselben zerstreute länglich runde braune Flecken, wie wenn an diesen Stellen ein Laugensalz auf das Curcumapapier gewirkt hätte, mit wellenförmig gebogenen Umkreisen, die zwischen befindlichen Stellen des Curcumapapiers sind unverändert oder eher ausgebleicht. Auf Scheiben von Lackmus, die auf gleiche Weise befeuchtet auf das Zink gelegt werden, zeigen sich in ihrer Figur ähnliche rothe Flecken, wie die braunen des Curcumapapiers und zwischen denselben ausgebleichte, beinahe weiſse, Stellen, welche beide Arten von Flecken durch intensiv blaue Grenzen von einander getrennt sind. Legt man diese zweierlei Arten von Papier über einander, so treffen die braunen Stellen des Curcumapapiers mit den ausgebleichten des Lackmuspapiers und die rothen Flecken des letzteren mit den ausgebleichten des Curcumapapiers zusammen. Am Zinke selbst zeigen sich Flecken von metallisch glänzendem unverändertem und von oxydirtem Zinke, von welchen erstere mit den braunen Flecken des Curcumapapiers, letztere mit den rothen Flecken des Lackmuspapiers zusammenfallen. Ein mit sehr verdünnter Salzsäure genäſstes Curcumapapier auf Zink gelegt, verändert seine Farbe gar nicht oder doch nur sehr wenig. Ein durch sehr verdünnte Kalilauge blafs röthlich gefärbtes Curcumapapier hingegen wird, auf Zink gelegt, hellgelb gefleckt und die nicht gelb gewordenen Stellen sind höher roth als zuvor und zum Theil weifs. Sehr blafs durch Salzsäure geröthetes Lackmus-

1 Bemerkungen über die Veränderungen u. s. w. in G. XI. 288. vergl. über einige Schwierigkeiten in Volta's Theorie G. XXIII. 59 ff.

papier wird blau gefleckt und sehr blafs. Wenn man Zinkstange oder Platte ganz in sehr verdünnte Lackmustinc einsenkt, so verliert diese nach längerer Zeit ihre röthliche F wird reiner und blasser blau, und endlich beinahe wasse indem sich aller Farbestoff an das Zink niederschlägt. A Pflanzenaufgüsse, wie von Fernambuck, den getrockn Blättern der Alsea rosea, von Herbstrosen werden durch nach einiger Zeit so verändert, wie durch ein Laugensalz, wenn man das ganz gefüllte Gefäfs, in welchem das Zink befindet, luftdicht verschliefst. Wenn man in ausgeko destillirtes, durch Quecksilber gesperrtes, Wasser eine Z stange aufhängt, so erhält dieses Wasser alkalische Eigens ten, indem es dann getrocknete Herbstrosentinctur grau f Auch Brugnatelli fand[1], dafs selbst in hermetisch versc senen Gefäfsen mit destillirtem Wasser oft geschütteltes E oder Zink sich oxydirt, und das Wasser dabei *alkalische* E schaften annimmt, die er richtig von gebildetem *Ammoniak* leitet. Quecksilber und Kupfer ertheilten dem Wasser al sche Eigenschaften, indem sie sich zugleich oxydirten. über dem Wasser befindliche atmosphärische Luft hatte nicht merklich verändert. Jäger erklärt den Umstand, sich in dieser zweiten Reihe von Versuchen keine Spur Säure äufsert, daraus, dafs, da aus der Ansicht der gefär Papiere die Laugensalzbildung als die überwiegende ersch die in geringer Menge entwickelte Säure in einer Flüssig die allen in ihr enthaltenen Stoffen eine freie Bewegung gest von dem Laugensalze gesättigt werde, und nun blofs der Ue schufs des letzteren sichtlich reagire. Auch auf dem Pa würde die Reaction der Säure unkenntlich werden, wenn n die Structur desselben der Vermischung und Neutralisation der Stoffe gewisse Grenzen setzte.

Andere Metalle wie Zinn, Blei, bringen mit jenen gef ten Papieren ähnliche Veränderungen, wie das Zink, abe geringerem Grade hervor, und überhaupt nehmen die Ve derungen in der Ordnung ab, in welcher die Metalle in Spannungsreihe vom Zinke ausgegangen auf einander folgen, dafs schon *Gold* und *Platin ohne alle Wirkung sind.*

---

1 Gehlen's J. d. Ch. u. Ph. I. 54.

Berzelius[1] stellte ähnliche Versuche an, wozu die Metallplatten zwar rein gescheuert, aber nicht polirt angewandt wurden. Auf Zink zeigte sich das mit geistiger Rhabarbertinctur gefärbte Papier nach 6 Stunden zusammengerollt und mit kleinen rothen Puncten, von der Farbe, wie sie ein Alkali hervorbringt, in einer krummen Linie bezeichnet, zwischen welchen die gelbe Farbe des Papiers unverändert war; die Zinkplatte zeigte sich kaum merklich angelaufen; auf dem Kupfer war das Papier überall gleichförmig braun gefärbt. Als es hernach auf die Zinkscheibe gelegt wurde, erhielt es dergleichen noch mehrere kleine Puncte wie oben, und war dazwischen heller, beinahe farblos. Ein in *Fernambuktinctur* getauchtes Papier wurde auf der Kupferplatte *blau*, ein in *rothen Kohlenaufguſs* getauchtes Papier schön *hellgrün*. Eine Lackmusscheibe röthete auch in derselben Zeit auf Zink. Es zeigten sich breite, gezackte, rothe Streifen, zwischen welchen die Farbe des Papiers unverändert war. Die Grenzen zwischen den gerötheten und den unveränderten Stellen waren mit einem dunklen *Blau* bezeichnet, unter den gerötheten Streifen des Lackmuspapiers war die Zinkplatte mit weifsem Oxyde überzogen, auf den Stellen, welche dem unveränderten Papiere entsprachen, blank wie vorher. Auf der Kupferplatte blieb das Lackmuspapier unverändert, höchstens hatte es hier und da einige sehr wenige dunkler Flecken, unter welchen auch das Kupfer angelaufen war.

An diese Versuche reihe ich nur noch diejenigen über die Veränderungen solcher gefärbten Papiere durch die Zusammenwirkung zweier heterogener Metalle, die zur Kette mit einander geschlossen sind, an, die nach der streng systematischen Ordnung schon in No. 35. ihren Platz hätten finden sollen, durch die jetzige Zusammenstellung aber bedeutender werden. Sie sind gleichfalls von Jäger zuerst bekannt gemacht worden.

Wenn man auf eine polirte isolirte oder nicht isolirte *Zinkplatte* eine Scheibe von *Lackmuspapier*, darüber eine von *weifsem*, und zu oberst von *Curcumapapier* bringt, und nun auf das Curcumapapier eine *Goldmünze* legt, und das Zink und Gold etwa durch einen Blei- oder andern metallischen Streifen mit einander in Verbindung setzt, so entsteht höchstens innerhalb einer Minute auf dem Curcumapapiere ein hochrother Rand

1 G. XXVII. 316.

um das Goldstück herum, und die ganze Fläche desselben unter der Goldmünze wird erst hochroth, dann weifs und völlig farblos, zugleich entsteht auf dem Lackmuspapiere ein rother, dem Goldstücke entsprechender Discus. Legt man umgekehrt das das Curcumapapier auf das Zink und das Lackmuspapier unter das Gold, so wird ersteres beinahe gar nicht, wenigstens nicht in der Mitte gefärbt, und letzteres bekommt einen weifslich blauen Discus, und höchstens an den Ecken einige rothe Flecken. Legt man oben und unten *Fernambukpapier*, so wird das obere blau und endlich weifs, und das untere höher roth, die Fläche des Zinks wird bei diesen Versuchen zusammenhängend ohne Schlangenlinien und gleichförmig oxydirt. Diese Erscheinungen kommen noch deutlicher zum Vorschein, wenn man zwischen die gefärbten Papiere mehrere Blätter weifses Papier einschiebt, wodurch die beiderseitigen Wirkungen vollständiger getrennt werden. Ist der feuchte Leiter zwischen Gold und Zink von einer grofsen Dicke z. B. ein Cylinder von Pappe 6 Zoll hoch, oben und unten mit einer Scheibe von Pappe geschlossen und mit destillirtem Wasser gefüllt, so erscheint die Röthung des Curcumapapiers unter dem Golde später und ist auch weniger stark. Schiebt man zwischen die nassen Papiere einer solchen einfachen Kette eine an ihrem Rande vollkommen trockene Zinkplatte ein, so entstehen die oben beschriebenen Wirkungen gedoppelt, und zwar bringt die eingeschobene Platte auf ihre, obere, dem Golde zugekehrte, Fläche die saure, auf ihre untere die alkalische Färbung hervor, indefs die beiden metallisch mit einander verbundenen Endplatten sich gerade wie in der einfach geschlossenen Kette verhalten. Man kann in einer solchen Kette den feuchten Leiter durch mehrere eingeschobene Zinkplatten in mehrere Scheiben trennen, und dadurch die obigen Wirkungen vervielfachen, wobei man stets an den der untersten Zinkplatte zugekehrten unteren Flächen der eingeschobenen Zinkplatten die alkalischen und an ihren oberen, der Goldmünze zugekehrten, Flächen die saure Färbung findet. Schiebt man aber, statt der Zinkplatte, auf *dieselbe Weise* eine *Goldmünze* ein, so erfolgen jene Veränderungen der gefärbten Papiere nicht und die Kette ist gleichsam in eine ungeschlossene verwandelt. Andere Metalle, eben so als Zwischenglieder eingeschoben, scheinen in ihrem Vermögen die chemischen Einwirkungen der Goldzinkkette auf die Pflanzen-

pigmente zu beschränken und endlich ganz zu hemmen, ganz der Ordnung der Spannungsreihe zu folgen, so dafs das dem Zink am nächsten stehende Zinn das geringste Hemmungsvermögen hat, und daher zunimmt, so wie die Metalle dem negativen Ende näher stehen. Hiermit stimmen auch die schon in 36 angeführten Resultate der Versuche Ritter's mit Ketten, in welchen der flüssige Leiter durch Metalldrähte unterbrochen war, und der chemische Procefs gemäfs den veränderten Umständen unter einer verschiedenen Gestalt auftrat, überein, so wie die Versuche, welche H. Davy in seiner *Bakerian Lecture*, die den 8. Jan. 1826 von ihm vorgelesen worden war[1], bekannt gemacht hat, wobei es nur zu verwundern ist, dafs ihm die angeführten Versuche so ganz unbekannt geblieben seyn konnten. Die beiden trockenen Elektromotoren waren Zink und Platin, eingesenkt in zwei abgesonderte Gefäfse, deren Flüssigkeit, eine Lösung von salpetersaurem Kali, nach der Reihe durch verschiedene Leiter verbunden wurde, um so die galvanische Kette auf der einen Seite zu schliefsen, deren Kreis auf der andern durch den Multiplicator geschlossen war, mit dessen Enden jene beiden Elektromotoren zusammenhingen, um durch die Bewegung der Magnetnadel den inneren Vorgang in der Kette sowohl seiner Art als Intensität nach zu erkennen. Ein Bogen von Zink wirkte in diesem Falle kräftiger als ein Streifen von nassem Amianth; wurden andere Metalle, wie Zinn, Eisen, Kupfer, Tellur dem Zinkbogen substituirt, so nahm die galv. Wirkung in dem Verhältnifs ab, in welchem das angewandte Metall weniger oxydabel war, Tellur, welches sich am positiven Pole einer Volta'schen Säule nicht oxydirt, zerstörte sogar die Wirkung gänzlich, eben so Rhodium, Palladium, Platin. Dafs diese Wirkung keineswegs von einem mit dem Leitungsvermögen verknüpften Umstande abhing (?), schliefst Davy daraus, dafs Kohle, welche ein sehr unvollkommener Leiter ist, sich wie ein oxydabeles Metall verhielt, und dafs ein sehr feiner Platindraht an dem einen Ende mit einem kleinen Stückchen eines oxydabeln Metalls versehen (in welchem Falle indefs eine kleine Volta'sche Säule aus zwei Elementen wirksam war) sich wirksamer verhielt, wenn dieses Stückchen dem negativen Pole gegenüber stand, als wenn der ganze Bo-

1 Ph. Tr. Year. 1826. S. 333—422.

vermöge welcher er mit einem homogenen feuchten Leiter beide Pole zugleich giebt,' so liefse sich denken, dafs von je zwei solcher Silbernadeln in derjenigen, welche den Oxygenpol vorgestellt hatte, eine überwiegende negative Polarität, und in derjenigen, die als Hydrogenpol gedient hatte, eine überwiegende positive Polarität hervorgerufen worden sey, und zwar vorzüglich an den Endspitzen, an welchen der Conflict am lebhaftesten gewesen war, welches Ende dann mit dem andern weniger in seiner Polarität gesteigerten Theile der Silbernadel und mit der salpetersauren Silberauflösung eine einfache galvanische Kette bilden konnte, womit also zwei neue abgeleitete galvanische Ketten gegeben waren, wovon jede für sich ihren Hydrogenpol haben und demnach Reduction des Silbers geben mufste, jedoch überwiegend an derjenigen Nadel, in welcher durch die Einwirkung der Batterie die negative Polarität gesteigert worden war, oder die als Oxydationsdraht gedient hatte. Der einzige Umstand, welcher dann noch unerklärlich bleibt, ist, warum jene Reduction nur dann statt fand, wenn jene beiden Silbernadeln einander gegenüber standen, wenn gleich nicht metallisch mit einander zur Kette geschlossen, eine einzige für sich allein in die Röhre gesteckt dagegen keine Reduction gab. Ich habe den Versuch selbst einmal mit aller Sorgfalt wiederholt, jedoch kein positives Resultat erhalten.

Eine andere Classe von Erscheinungen, die hierher gezogen werden können, ist die schnelle Zersetzung des Wasserstoffhyperoxyds bei der Berührung mit dem *negativen* Erreger des Galvanismus. Dafs diese Zersetzung nicht auf gewöhnliche chemische Weise erfolge, ergiebt sich daraus am deutlichsten, dafs nicht diejenigen Metalle, welche die gröfsere Anziehung zum Sauerstoff haben, wie Zink, Eisen, Zinn, Blei u. s. w., sondern gerade die edlen Metalle diese Zersetzung so lebhaft bewirken[1], dafs ferner diese Zersetzung und fast mit Explosion erfolgende Entbindung des Sauerstoffgases auch durch metallische Hyperoxyde, wie namentlich die des Mangans, Kobalts und Bleis, so wie auch die Oxyde der edlen Metalle erfolgt, wobei die Oxyde, weit entfernt Sauerstoff aufzunehmen, häufig einen Theil ihres eigenen Sauerstoffs zugleich mit fahren lassen. Da nun gerade alle diese Körper zu den sehr stark negati-

1 L. Gmelin's Handbuch der theor. Chemie S. 152. 153.

ren Erregern gehören, so liefse sich vielleicht aus der starken el. Spannung, welche sie mit dem Wasserhyperoxyd eingehen, gleichsam aus der nur auf die erste Berührung eingeschränkten momentanen Wirkung diese Zersetzung erklären, ohne eine eigentliche Kettenwirkung anzunehmen, wie wir in den Ketten aus thierischen Theilen etwas ähnliches finden werden. Becquerel[1] hat zwar bei dieser Zersetzung einen wirklichen el. Strom durch Hülfe des Multiplicators und der Magnetnadel nachgewiesen, den er jedoch als Folge und Wirkung und nicht als Ursache der Zersetzung darzustellen sucht. Wenn man aber die Art, wie er seine Versuche angestellt hat, genauer prüft, so sieht man, dafs hierbei auch ganz unabhängig von der erfolgten Zersetzung und gleichsam noch vor derselben die Bedingungen zu einem el. Strome Statt fanden. Er brachte nämlich das süroxygenirte Wasser in ein Platinlöffelchen, das mit dem einen Ende des Multiplicators verbunden war, und tauchte nun in dasselbe das Platin unter der Form von Platinschwamm, wie man ihn durch Zersetzung des Platinsalmiaks erhält, das mit dem andern Ende des Multiplicators verbunden war. Im Augenblicke des Eintauchens fand die Zersetzung, aber auch der el. Kreislauf statt, wie die Magnetnadel zeigte, und zwar in der Richtung vom oxygenirten Wasser zum Schwamme, so dafs dieser sich also relativ positiv el. verhielt. Offenbar irrt aber Becquerel, wenn er glaubt, dafs das Platin von beiden Seiten eine ganz gleiche elektromotorische Wirkung auf das oxygenirte Wasser ausübte, und diese Wirkungen sich dennoch im Gleichgewichte halten müfsten; denn der Platinschwamm mufste aus drei Ursachen eine abweichende Wirkung von derjenigen des Platinlöffelchens ausüben, einmal weil er später mit der Flüssigkeit in Berührung kam, indem das Platin des Löffelchens, wie wenig es auch seyn mochte, doch etwas durch die Flüssigkeit verändert war, dann aber auch, weil aller Platinschwamm eine ganz andere Beschaffenheit der Oberfläche (weniger glatte) besitzt, wie das Löffelchen; endlich, weil er im Augenblicke des Eintauchens mit einer geringeren Oberfläche mit der Flüssigkeit in Berührung kam, und darum schon eine wirksame zweigliedrige Kette bilden mufste. Dasselbe gilt auch für die übrigen Metalle. Nur bei der Art, wie Becquerel die Oxyde,

1 Annales de Chemie et Phys. XXVIII. 19.

namentlich das Silberoxyd, anwendete, läfst sich eine solche Art der Kette nicht nachweisen; in diesem Falle ging aber auch der el. Strom in einer entgegengesetzten Richtung, nämlich von dem Oxyde zum oxygenirten Wasser, und es liefse sich daraus erklären, dafs nun in der That augenblicklich eine Kette von zwei Flüssigkeiten, nämlich dem noch nicht desoxydirten Hyperoxyde des Wassers, und dem an dem Platinzängelchen durch das in feines Fliefspapier gewickelte, von ihm festgehaltene, Silberoxyd zersetzten und zu Wasser reducirten Hyperoxyde gebildet wurde, die mit dem an den beiden Enden des Multiplicators befindlichen Platin eine wirksam geschlossene Kette darstellte.

42. In jeder wirksamen geschlossenen galvanischen Kette, in welcher ein chemischer Proceſs statt findet, ist die el. Spannung, welche die nach dem bloſsen Schema der Linie an einander gereihten Körper zeigen, verschwunden, und es offenbaren sich in sofern an ihr keine el. Erscheinungen nach aufsen. JÄGER führt unter seinen Versuchen über die el. Aeufserungen, der einfachen Kette [1], welche sich fast alle auf ihren ungeschlossenen Zustand beziehen, folgende zwei Versuche an: Vers. 28. Von zwei einander metallisch berührenden Platten, Zink und Kupfer, ist die eine mit der Erde in Verbindung, die andere ladet einen mit ihr homogenen Condensator mit dem Maximum von E., welches er überhaupt durch Berührung mit dem homogenen Metalle erhalten kann. Versuch 29. Sowohl die Zink- als die Kupferplatte ist mit der Erde verbunden, jede theilt unerschöpflich einem mit ihr homogenen Condensator ihre eigenthümliche E. mit, diese hat aber eine beträchtlich geringere Intensität als im vorigen Versuche.

Diese beiden Versuche stellen offenbar das Verhältnifs der offenen und geschlossenen Kette dar; denn wenn im letzteren Falle beide Metalle mit dem Erdboden in Verbindung stehen, so ist durch diesen und die Leiter nach demselben die Kette geschlossen. Bei dieser besondern Art der Kettenschliefsung mag noch eine Spur von el. Spannung in den Metallen zurückbleiben, die sich dem Condensator mittheilt, weil die ableitenden Finger zu unvollkommene Leiter sind, um alle E. auszugleichen, die in der Berührung jener Metalle erregt wird. Verbindet man

1 G. XIII. 415.

aber die beiden Metalle durch einen guten Leiter von hinlänglich grofser Oberfläche, während jene sich nicht in mehreren Puncten berühren, als nöthig ist, mit Rücksicht auf ihr gröfseres Leitungsvermögen[1] kein gröfseres Quantum von Leitung zu geben, so wird der Condensator keine Spur von el. Spannung annehmen, man mag ihn durch einen isolirten Draht mit der Kupferplatte, dem feuchten Zwischenleiter oder der Zinkplatte in Berührung bringen, während man zugleich die geschlossene Kette an irgend einem Puncte ableitend berührt, jedoch unter der Bedingung, dafs die Condensatorplatte und der verbindende Draht mit dem jedesmal berührten Metalle von gleicher Beschaffenheit sind. Dieses gilt auf gleiche Weise für die Ketten aus einem trockenen Erreger und zwei feuchten Erregern, wie man z. B. zwei Scheiben von Pappe, deren jede mit einer besonderen Flüssigkeit getränkt ist und sich berühren, an ihren abgekehrten Flächen mit einer und derselben Metallplatte bewaffnet, diese selbst durch einen Metalldraht verbindet und so die Kette schliefst. Alle elektrische Thätigkeit, die in der geschlossenen Kette etwa statt finden möchte und auf deren unleugbares Daseyn wir aus anderweitigen Erscheinungen schliefsen, ist also gleichsam auf diese selbst eingeschränkt, geht nicht über ihre Grenzen hinaus, und kann also nicht in der Anhäufung der einen oder andern Art von E. und der damit gegebenen Spannung, die nach Ausgleichung strebt, sondern nur in dieser Ausgleichung selbst bestehen.

43. Die Wärmeentbindung, welche mit der Schliefsung der Kette eintritt, verräth am deutlichsten diesen inneren Conflict, und läfst uns die geheime Natur desselben erkennen. Diese Wärmeentbindung erscheint vorzüglich an den trockenen Erregern, die als Glieder in die Kette eingehen und erreicht einen um so höheren Grad, je kleiner die Masse desjenigen Theiles des trockenen Erregers ist, der zur Fortpflanzung der sich in der geschlossenen Kette immer erneuernden Thätigkeit dient; und je günstiger die Umstände für den chemischen Procefs in der Kette sind, je lebhafter dieser selbst als galvanisch-chemischer Procefs auftritt. Die beiden Extreme von galvanischen Apparaten, durch welche eine bis zum stärksten Weifsglühen gehende Wärmeerzeugung auf diese Art hervorgebracht werden

1 S. *Leiter.*

kann, sind einerseits Wollaston's *mikrogalvanischer Apparat*, andererseits Hare's *Calorimotor* oder *Deflagrator*, der aus einem einzigen galvanischen Elemente besteht.

Fig. 85. Wollaston[1] verfertigte sich ursprünglich seinen Apparat in seiner kleinsten Dimension aus einem silbernen Fingerhute, aus welchem er den Boden herausgenommen und dessen beide gegenüberstehende Wände er dann platt gedrückt hatte, so dafs sie nun nur noch etwa zwei Linien von einander abstanden. Sie hatten unten eine Breite von ungefähr 1 Z; oben von 0,8 Z. und ihre Höhe betrug nicht über 0,9 Z., daher eine Zinkplatte, welche bestimmt war, in den abgeplatteten Fingerhut hineingeschoben zu werden, nicht ganz eine Gröfse von 0,75 Quadratzoll haben durfte. Bevor die Zinkplatte hineingeschoben wurde, löthete er an sie einen kleinen Apparat von Drähten fest, welcher dazu bestimmt war, den galvanischen Kreis hervorzubringen. Darauf versah er die Seitenwände dieser Platte mit Siegellack, welches zur Befestigung derselben an die inneren Seiten des Fingerhutes diente, und verhinderte, dafs beide Metalle nicht in unmittelbare metallische Berührung mit einander kamen. An die beiden Ecken des obern Randes des abgeplatteten Fingerhutes wurde ein hinlänglich dicker und gehörig gebogener Draht mit seinen beiden Enden angelöthet. Er diente sowohl als Handhabe für den Apparat, an welcher man denselben während des Versuches halten konnte, als auch als Gestell, an dem sich die von der Zinkplatte ausgehenden Verbindungsdrähte fest machen liefsen. Dieser leitende Theil des Apparats bestand erstlich aus zwei Platindrähten von $\frac{1}{10}$ Z. Durchmesser, jeder 1 Z. lang, und zweitens aus einem andern höchst feinen Verbindungsdrahte von Platin. Jene beiden Drähte wurden an zwei verschiedenen Stellen durch Glaskügelchen so an einander befestigt, dafs von jedem das eine Ende mit der Mitte des andern durch Glas zusammenhing, und darauf wurden sie verzinnt, sowohl an ihren Enden, um damit an die Zinkplatte und an den zum Griff dienenden Silberdraht angelöthet zu werden, als auch an den Theilen, welche in ihrer Mitte parallel neben einander lagen, und wo der von Wollaston zuerst dargestellte höchst feine Verbindungsdraht angebracht werden sollte[2]. Wollaston

1 G. LIV. 1.

2 Ueber die Verfertigungsart solchen Drahtes. S. Th. II. S. 508.

brachte dann auf die Puncte, wo der feine Platindraht die vorher genannten dickeren Drähte berühren sollte, ein Atom Salmiak und dann liefs sich das Löthen ohne Schwierigkeit bewerkstelligen, die beiden freien Enden des Drahtes, mit den kleinen Silberknöpfchen an ihnen, vermittelst deren sie straff angezogen werden, liefsen sich alsdann leicht fortnehmen. Die beiden dickeren Platindrähte müssen einander in der Mitte so nahe wie möglich seyn, damit man die Länge des feinen Verbindungsdrahtes bis auf $\frac{1}{30}$ ja $\frac{1}{50}$ eines Zolles herabbringen kann, wovon das Gelingen des Versuches wesentlich abhängt. Die Figur stellt den Apparat eingetaucht in die Säure LL vor, wie er sich aus einem seitwärts und höher liegenden Augenpuncte darstellt. BCDE ist die vordere Fläche des abgeplatteten Fingerhutes, in welchen man von oben her bei BC hineinsieht. Den besonders gezeichneten Grundrifs des obern Randes zeigt noch deutlicher die Platte in der Mitte. BAC ist der an dem obern Rande angelöthete zum Henkel dienende, Silberdraht und ZA stellt die beiden stärkeren Platindrähte vor, von denen der eine an die Zinkplatte in Z, der andere an den silbernen Henkel in A angelöthet ist; jedes derselben geht durch eines der Glaskügelchen durch, und endigt in dem anderen. Der ganz feine Platindraht ist zwischen dem Glaskügelchen auf den beiden dikkern Platindrähten angelöthet, und durchschneidet sie senkrecht, er ist zu fein, als dafs der feinste im Kupferstiche noch sichtbare Strich nicht viel zu grob wäre, um ihn richtig darzustellen, daher man ihn in der Figur nicht sieht. Die Säure, welche Wollaston zu dem Versuche mit diesem Apparate gebraucht, besteht aus einem Mafs Schwefelsäure und 50 Mafs Wasser. In diese taucht er den Apparat bis beinahe an den obern Rand der Platte hinein, und sogleich glüht der feine Platindraht. Zwar bleibt er nicht dauernd glühend, aber doch mehrere Secunden lang, wenn man ihn eingetaucht läfst. Ich besitze einen ganz ähnlichen Apparat, zu welchem die gegebene Figur vollkommen pafst, nur dafs dem abgeplatteten silbernen Fingerhute gleichsam ein Mantel von Kupfer substituirt ist, und die dicken Drähte, zwischen welchen der feine Platindraht sich befindet, von Silber sind. Letzterer ist so fein, dafs er nur durch Hülfe einer guten Loupe gesehen wird. In Salzsäure eingetaucht, glüht der Draht im Dunkeln sehr stark roth, und erscheint dann von einem merklichen Durchmesser. Doch nimmt das

Glühen schnell ab, und nach 1 oder 2 Secunden hört es gänzlich auf. Nachdem ich diesen Apparat einigemal zu verschiedenen Zeiten gebraucht hatte, versagte er seinen Dienst, und eine nähere Untersuchung belehrte mich, dafs der feine Draht an seiner Stelle fehlte. Ob er vielleicht abgeschmolzen worden war? Da ich eine gute Länge eines Wollaston'schen, mit Silber bedeckten Platindrahtes besitze, so wurde der Schaden nach Wollaston's Anleitung wieder gut gemacht, und der Apparat leistet wieder seine Dienste.

Die grofse Wirksamkeit dieses in seinen Dimensionen so kleinen Apparats hängt wesentlich von folgenden Bedingungen ab. 1. Dafs die Silber- oder Kupferplatte eine doppelt so grofse Oberfläche, wie die Zinkplatte hat, und sie in einem geringen Abstande etwas umgiebt. 2. Dafs bei der Schliefsung der Kette durch eine Flüssigkeit fast die ganze Oberfläche beider Platten mit derselben sehr schnell in Berührung gebracht werden könne. 3. Dafs der feuchte Leiter von einer Beschaffenheit ist, um eine vorzügliche galvanische Erregung zu geben, und 4. dafs der verbindende Platindraht, auf welchen die ganze Thätigkeit der geschlossenen Kette sich concentrirt, so aufserordentlich dünn und kurz ist.

Wenn man die Oberfläche der Metalle, die mit dem feuchten Leiter zugleich in Berührung kommen, vergröfsert, so kann man auch die Dicke und Länge des Verbindungsdrahtes verhältnifsmäfsig vergröfsern, und doch noch denselben in das stärkste Glühen versetzen. Ein solcher einfacher Elektromotor von einer sehr grofsen Oberfläche ist Hare's *Deflagrator* oder *Calorimotor*, dem er diesen Namen wegen seiner grofsen Wirksamkeit, Wärme zu erzeugen, ertheilt hat, statt dessen er aber später sich noch mit mehr Vortheil einer besonders dazu eingerichteten Volta'sche Säule bediente[1]. Es lassen sich verschiedene Einrichtungen ausführen, um einen einfachen Elektromotor von sehr grofser Ausdehnung zu erhalten. Hare[2] befestigte 20 Kupfer und 20 Zinkplatten von ungefähr 19 Quadratzoll Gröfse senkrecht in einen Rahmen, so dafs die beiderlei Metallflächen einen halben Zoll weit von einander standen. Alle Platten von einerlei Metall waren an einen Streifen gelöthet, so dafs alles Metall

1 Vgl. Berzelius Jahresbericht III. Jahrgg. S. 19.
2 Schweigg. Journ. XXVI. 313.

von einer Art eine fortlaufende (communicirende) Fläche ausmachte. Wenn die auf diese Weise vorgerichtete Kupfer- und Zinkfläche dann mit einem verbindenden Drahte versehen wurde, der den Kreis schlofs, und das Ganze in einem nicht leidenden Gefäfse in eine Säure oder essigsaure Auflösung von Kochsalz eingetaucht wurde, so ward der Draht glühend, und das Wasserstoffgas, das sich entwickelte, entzündete sich und gab eine schöne, wellenförmige Flamme. Wurden dagegen, statt die Platten auf diese Art abwechseln zu lassen, alle Zinkplatten auf die eine und alle Kupferplatten auf die andere Seite des Rahmens gebracht, so war die Wirkung aller nicht gröfser, wie die eines einzigen Plattenpaars. Noch besser und in einem kleineren Raume wird der Zweck, die Platten mit der gröfstmöglichen Oberfläche einander so nahe wie möglich zu bringen und den Zwischenraum der Schicht des flüssigen Leiters soviel wie möglich zu reduciren erreicht, wenn man sie in zwei concentrische Windungen oder Spiralen gebracht, anwendet. Der verbindende Eisendraht kam noch in das stärkste Glühen, wenn er auch eine Dicke von $\frac{1}{4}$ Zoll hatte und Platindraht von einem Durchmesser von No. 18 wurde geschmolzen. Die aufserordentliche Wirksamkeit dieses Apparats zeigte sich auch dadurch, dafs durch den glühenden Eisendraht ein fixes Laugensalz augenblicklich zersetzt werden konnte. Denn wenn der verbindende Eisendraht während des Glühens mit Kalihydrat in Verbindung gesetzt wurde, so zeigte sich sogleich durch eine rosenfarbene Flamme die Verflüchtigung des Kaliums. Hare nahm als erregende Flüssigkeit gewöhnlich ein Gemisch von 1 Theil Schwefelsäure mit 2 Theilen Kochsalz und 7 Theilen Wasser, aber zu seinem Erstaunen erhielt er mit einer durch den Geschmack kaum zu erkennenden alkalischen Lösung beinahe Weifsglühhitze, und ihm zufolge übertraf eine stärkere alkalische Lauge alle übrige Flüssigkeiten.

Den gröfsten *Deflagrator* von ähnlicher Art brachte Children in Anwendung[1]. Seine Platten hatten eine Länge von 6′ und eine Breite von 2′ 8″ folglich von beiden Seiten 32 Quadratfufs, die Zahl der Zinkplatten war 16 und die der Kupferplatten 32, indem jede Zinkplatte von zwei Kupferplatten umgeben war (sie hingen an einem Rahmen, der durch Seile und

1. G. LII. 353.

Rollen mit leichter Mühe niedergelassen werden konnte und wurden in Tröge von gut überfirnifstem Holze eingetaucht). Um nun diese Volta'sche Batterie, die aus 16 Abwechselungen bestand, in ein einziges Plattenpaar oder in ein einfaches Säulenelement zu verwandeln, zerschnitt Children die Bleistreifen, durch welche die Zinkplatten mit den Kupferplatten in jedem der einzelnen Elektromotoren verbunden waren, und verband alle Zinkplatten durch Bleistreifen so mit einander, dafs sie eine einzige Platte von $21 \times 32 = 672$ Quadratfufs Oberfläche vorstellten; dieselbe Anordnung traf er mit allen Kupferplatten, deren Oberfläche also, wie in dem kleinen Wollaston'schen Elektromotor doppelt so grofs war, wie die Zinkoberfläche. Diese beiden ungeheuern Metallflächen wurden nun auf gleiche Art, wie bei dem Wollaston'schen Apparate durch einen feinen Platindraht von $\frac{1}{3000}$ Z. Durchmesser und $\frac{1}{10}$ Z. Länge verbunden. So zugerichtet wurde dieser einfache Elektromotor in jenen Trögen in die Flüssigkeit, die aus 50 Theilen Wasser, $\frac{1}{2}$ Theilen Salpetersäure und $\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure bestand, heruntergelassen, es war aber nicht die geringste Spur von Glühen des kleinen verbindenden Platindrahtes zu bemerken. Wollaston schreibt diesen Erfolg der zu grofsen Dünne des Drahtes zu, indem der erkältende Einfluss der umgebenden Luft das hauptsächlichste Hindernifs des Glühens ist, bei einem dickeren Drahte aber dieser Einfluss verhältnifsmäfsig geringer ist gegen die Menge der durchgeleiteten E. und der davon abhängigen Erwärmung, indem diese im Verhältnifs der Masse steht, wie Davy's Versuche für die Durchleitung der galvanischen E. aufser allen Zweifel gesetzt haben[1], folglich bei solchen cylindrischen Metalldrähten wie das Quadrat des Durchmessers wächst, wogegen die Abkühlung nur auf die Oberfläche wirkt, und folglich wie diese nur im einfachen Verhältnisse des Durchmessers zunimmt. Sollte aber der Grund dieser auffallenden Erscheinung nicht vielmehr in einer zu starken Wirkung einer zu grofsen Quantität von E. liegen, durch welche der Draht gleichsam zerstört, d. h. in Dampf verwandelt wurde, gerade so wie zu heftige Entladungen grofser Batterien einen dünnen Eisendraht nicht zum Glühen oder zum Schmelzen zu vielen glühenden Kügelchen bringen können, weil sie ihn augenblicklich in Dampf verwandeln?

---

1 s. *Leiter.*

Wenigstens sieht man durchaus nicht ein, warum eine auch nur gleiche Quantität von E. durch den feinen Platindraht vermöge dieses ungeheuern Elektromotors hindurch getrieben, wie vermöge des Wollaston'schen mikrogalvanischen Apparats nicht dieselbe Wirkung bei aller äufsern Erkältung hervorbringen sollte; und eine kleinere Quantität im ersteren Falle anzunehmen, würde eine wahre Ungereimtheit seyn.

Wir haben oben Harr's Vorschlag zur Verfertigung eines solchen einfachen Elektromotors aus spiralförmig auf einander gerollten Platten erwähnt, wodurch besonders der Vortheil erreicht wird, in dem kleinstmöglichen Raume und also mit dem geringsten Aufwande des flüssigen Leiters die möglichst grofse Berührungsfläche der Metallplatten mit letzterem zu erhalten. Eine zweckmäfsige Einrichtung dieser Art ist der nach der Angabe des Ingenieur-Obristlieutenants Offerhaus angegebene [1]. Die punctirte Linie stellt die Platte von dünnem Messingbleche dar, welche 4,6 Meter (ungefähr 15 Fufs) lang und 0,41 (ungefähr 1,3 Fufs) breit ist, und mit ihrem einen Ende an den hölzernen Stab C angenagelt ist, welcher der Spirale zum Kern dient. Die ausgezogene Spirale stellt die eben so breite, aber nur 3,73 Meter (etwas über 12 Fufs) lange Tafel gewalzten Zink vor. Beide werden durch zwei Gitter, verfertigt aus Weidenstäben, die 2,25 Lin. von einander abstehen, und aus gemeinem Bindfaden, aufser Berührung mit einander gehalten. Auf die Messingtafel wird, nachdem sie an dem hölzernen Stabe befestigt ist, das eine Gitter, auf dieses die Zinktafel und auf sie das zweite Gitter gelegt, dann alles zusammengerollt, was sich ohne Schwierigkeit bewerkstelligen läfst, die Rolle hinlänglich mit einer Hanfschnur umwickelt und in den cylindrischen hölzernen Trog DD, welcher mit säuerlichem Wasser gefüllt ist, und nur einen Durchmesser von 13,5 Zoll hat, gesetzt. An den Enden der beiden Platten sind Drahtarme, an welchen man mittelst des Drahtstabes AB schliefst. Dieser Apparat soll nun zwar das Wasser nicht zersetzen, auch keine andere chemische Wirkung zeigen, aber den 5 Millimeter (2,5 Lin.) dicken Schliefsungsdraht merklich warm machen, und einen $\frac{1}{4}$ Millimeter dicken Platindraht, dessen Länge nicht näher angegeben ist, den man zwischen die beiden Platten spannt Fig. 86.

1 S. LXIX. 198.

zum Rothglühen bringen. Ohne Zweifel würde dieser Apparat eine noch viel gröfsere Wirkung hervorbringen, wenn die Zinkplatte, wie in dem Wollaston'schen Apparate, von einer doppelten Messingplatte umschlossen wäre (vergl. 34.) und man würde dieselbe Wirkung bei unveränderter Messingplatte erhalten, wenn man auch eine 6—8 mal schmälere Zinkplatte, wie die Messingplatten, in Anwendung brächte. Dafs ein solches Plattenpaar *gar keine* chemische Wirkung gebe, hat indefs nur seine Richtigkeit für eine Gasentbindungsröhre, in welche man von den beiden Metallplatten aus, auch wenn sie nur durch den feinsten Metalldraht noch aufserdem verbunden wären, Drähte hineingehen liefse, denn in der Flüssigkeit selbst, in welche ein solcher einfacher Elektromotor eingetaucht wird, findet allerdings ein sehr lebhafter Oxydationsprocefs, an der Oberfläche des Zinks und Entbindung von Wasserstoffgas an der Oberfläche des Messings statt, und das Totalquantum dieses Processes steht, wie sich von selbst versteht, mit der Gröfse der Oberfläche selbst im Verhältnisse.

In Rücksicht auf den Umstand, dafs das Glühen des Verbindungsdrahtes zwischen den beiden Platten eines solchen Deflagrators aufhört, wenn die saure Flüssigkeit einige Augenblicke gewirkt hat, und dafs dieses Entglühen durch denselben Apparat nicht wieder hervor zu bringen ist, bevor er aus der erregenden Flüssigkeit eine Zeitlang entfernt worden, hat Hare [1] die interessante Erfahrung gemacht, dafs diese Wiedererlangung der glühendmachenden Kraft nicht statt findet, wenn nach der Entfernung aus der Säure das Plattenpaar umgeben ist von Hydrogengas, von Salpetergas, oder von kohlensaurem Gas, dafs dasselbe aber umgeben von Chlorgas oder Oxygengas seine Kraft ungefähr in derselben Zeit erlangt, als wenn es der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist. Schweigger meint, dieser Erfolg beruhe vorzüglich auf der Auflösung des an der negativen Metallfläche reducirten positiven Metalls, daher er auch das unter sonst geeigneten Umständen gleichfalls durch Salmiakwasser zu bewirkende Glühen länger fortdauern gesehen habe, als durch saure Flüssigkeiten, indem dabei das frei werdende und auf das Kupfer wirkende Ammoniak von günstigem Einflusse sey.

---

1 Schweigg. Journ. N. R. XIII. 87.

44. Eine fernere höchst merkwürdige Erscheinung, die mit der Schliefsung der Kette gegeben ist, und während ihres Geschlossenseyns fortdauert, ist die eigenthümliche Form von magnetischer Thätigkeit, die in den festen Erregern und insbesondere in dem Schliefsungsdrahte hervorbricht, welcher in den Ketten aus zwei festen Erregern und einem flüssigen die beiden ersteren, und in den Ketten aus einem festen und zwei flüssigen Erregern die homogenen Metallplatten, durch welche die Flüssigkeiten armirt sind, mit einander verbindet, vollends zum Kreise schliefst. Indefs ist dieser höchst wichtige Theil der Lehre vom Galvanismus schon unter dem besondern Artikel des *Elektromagnetismus*[1] ausführlich abgehandelt und ich füge daher nur noch einiges nachträglich hinzu, was mit der Theorie des Galvanismus in näherer Verbindung steht. Als Resultat der vielen über diesen Gegenstand gemachten Beobachtungen mag zuvörderst hier hervorgehoben werden, dafs alle diejenigen Umstände, welche der Wärmeentbindung in dem Schliefsungsdrahte durch die Thätigkeit der geschlossenen galvanischen Kette günstig sind, in gleichem Verhältnisse die Intensität der magnetischen Thätigkeit verstärken, mit Ausnahme der besonderen Verhältnisse des Verbindungsdrahtes selbst, welche allerdings nach andern Gesetzen die Verstärkung der magnetischen Wirksamkeit, wie diejenige der Wärmeentbindung bestimmen, in so fern nämlich die Vergröfserung der Dimensionen des Verbindungsdrahtes sowohl der Dicke als der Länge nach und insbesondere unter der Form des *Multiplicators* die magnetische Thätigkeit nach aufsen verstärken, während eben damit die Wärmeerzeugung abnimmt. Doch darf man daraus nicht schliefsen, dafs diese beiden Wirkungen der galvanischen Thätigkeit etwa in dem Sinne im umgekehrten Verhältnisse mit einander ständen, dafs die eine gleichsam an die Stelle der andern träte, denn vielmehr erhellet namentlich aus Davy's Versuchen[2], dafs soweit durch Vergröfserung der Oberfläche des einfachen Elektromotors die Hitze in dem Leitungsdrahte noch zunahm, auch seine magnetische Wirksamkeit nach aufsen noch wuchs, und dünner Platindraht, der durch drei Batterieen so heftig glühend gemacht wurde, dafs er nahe am Schmelzen war, zeigte die

1 Th. III. 1ste Abth. S. 473—647.

2 G. 1822. II. 28.

stärksten magnetischen Wirkungen, indem er Stahlnadeln aus einer bedeutenden Entfernung anzog.

Aus dem Artikel über den Elektromagnetismus und aus Nr. 17. dieses Artikels hat man bereits ersehen, wie die Magnetnadel durch Hülfe des Multiplicators vorzüglich geeignet ist, die schwächsten Grade der galvanischen Thätigkeit einer geschlossenen Kette, oder den leisesten el. Strom, der in derselben statt findet [1], quantitativ und qualitativ (nach Stärke und Richtung) durch die Gröfse und Art ihrer Abweichung zu offenbaren. Der Einfluſs aller Bedingungen und jeder, auch der kleinsten, Modificationen derselben auf die galvanische Action in der geschlossenen Kette kann also durch diese Experimente am leichtesten erkannt werden. Manche sonderbare Erscheinungen haben sich bei diesen Versuchen ergeben, die vorzüglich zum Prüfstein der verschiedenen Theorien des Galvanismus benutzt werden können. Dahin gehören namentlich die von mehreren Physikern angestellten Versuche über die galvanische Wirksamkeit einer zweigliedrigen Kette unter besondern Umständen, welche einem homogenen Metalle, das in zwei Stücken angewandt wird, den Werth zweier heterogener Metalle verschaffen. Die erste Beobachtung dieser Art machte Oersted [2]. Er fand nämlich, daſs wenn man zwei gleiche Zinkbleche nimmt, die mit den Enden eines Multiplicators verbunden sind, das eine aber früher in die Flüssigkeit, durch welche der Kreis geschlossen wird, hineintaucht, das zuletzt eingetauchte sich wie Kupfer verhalte, wenn das zuerst eingetauchte als Zink betrachtet wird, oder nach der Vorstellungsart eines einfachen el. Stromes in einer geschlossenen wirksamen galvanischen Kette die Strömung von dem zuletzt eingetauchten nach dem früher eingetauchten gehe. v. Yelin [3] hat ähnliche Versuche angestellt und mannigfaltig abgeändert. Nach ihm zeigt sich diese Wirksamkeit auch ohne Hülfe des Multiplicators. Giebt man Fig. 87. nämlich dem einen Metalle die in der Zeichnung ausgedrückte Form, so daſs von den beiden Enden des Bogens in der einen Form das hintere Ende, in der andern das vordere Ende das

1 S. *Theorie.*
2 Schweigg. N. R. III. 163.
3 G. LXIII. 365.

längere sey, setzt den 4 bis 5 Lin. breiten und ½ Lin. dicken Fig.
Bogen auf einen Träger, und hängt dann mittelst eines Hakens 88.
die an einem Spinnenfaden schwebende feine Magnetnadel zwischen beide Arme des Bogens, deren Abstand m n so wenig als möglich betragen darf, und führt dann von unten nach oben ein mit einer Säure oder Salzauflösung gefülltes Cylinder-Gläschen dergestalt an den herabhängenden Enden des Bogens herauf, dafs zuerst das eine, sodann das andere dieser Enden eingetaucht und nafs gemacht wird, so weicht der Nordpol der Magnetnadel mehr oder minder nach Ost oder West aus und es geben dabei die entgegengesetzten Stellungen der Bogen auch entgegengesetzte Resultate, wenn das geschlossene Ende des Bogens einmal gegen N., das anderemal gegen S.; und eben so das zuerst eingetauchte Ende das einemal das hintere oder nach S., das anderemal das vordere oder nach N. gekehrte ist, und zwar verhält sich nach v. Yelin's Aussage das zuerst eingetauchte Metall als das relativ mehr positive, das zuletzt eingetauchte als das relativ mehr negative. So verhielt sich in seinen Versuchen das Zinn in Salzsäure, Ammoniak, Natron und Salmiakauflösung, in Kalilauge dagegen gerade auf die umgekehrte Weise. Nicht alle Metalle zeigten indefs dasselbe Verhalten, und zwar scheinen nach der darüber mitgetheilten, eine grofse Zahl von Metallen umfassenden, Tabelle, die mehr elektronegativen Metalle, wie Platin, Gold, Silber, gerade das entgegengesetzte Verhalten zu beobachten, doch nur in Beziehung auf die Salzsäure, da mit andern Flüssigkeiten das Verhalten mehr gleichartig ist, insbesondere mit der concentrirten Salpetersäure. Es scheinen jedoch noch viele andere Umstände, die nicht immer genau zu bestimmen sind, auf die Art, wie sich zwei solche Platten eines und desselben Metalls, die nach einander in eine Flüssigkeit eingetaucht werden, gegen einander verhalten, ihren Einfluſs zu äufsern, und da diese Umstände sich während des Versuchs oft schnell ändern können, so erklärt sich hieraus das oft so auffallende Schwanken der Magnetnadel, das Uebergehen der westlichen in die östliche Abweichung und umgekehrt während der Dauer des Versuchs. Marianini's schon oben Nr. 22. mitgetheilte Erfahrungen über den Einfluſs verschiedener Umstände auf die Abänderung des elektromotorischen Charakters eines und desselben Metalls machen solche Erscheinungen begreiflicher. Uebrigens bestätigte auch

Marianini [1], dafs von zwei sonst vollkommen gleichen Zinkplatten die zuletzt nach einem Zwischenraume von einer Minute in eine Auflösung von Kochsalz eingetauchte sich negativ verhalte. Dasselbe finde er auch beim Blei, Eisen und Zinn, jedoch in einem viél schwächeren Grade, dagegen nahm er beim Messing, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Graphit keine ähnliche Wirkung wahr. Berzelius hält die Ursachen dieser Erscheinungen für ganz einfach [2]. Der zuerst eingetauchte Theil, meint er, werde von der Flüssigkeit angegriffen, und büfse die Glätte der Oberfläche ein; aber glatte Flächen werden weniger leicht angegriffen als rauhe, oder vorher angegriffene, weswegen dieser Umstand so wirkt, als bestände das zuletzt eingetauchte Ende aus einem mehr elektronegativen d. h. weniger leicht auflöslichen Metalle, welche Wirkung noch durch den erregten el. Strom unterstützt werde und eine Weile fortdauere. Diese Erklärung reicht indefs nicht hin, um das entgegengesetzte Verhalten in einer Kalilauge und in concentrirter Salpetersäure begreiflich zu machen, es wäre dann, dafs man annähme, dafs hier eine andere Ursache in entgegengesetztem Sinne wirke, welche den Einfluss der ersten Ursache gänzlich aufhöbe und selbst noch einen Ueberschufs von Wirkung gäbe. Allerdings liefse sich die stark oxydirende Wirkung der Salpetersäure auf die Metalle und die gleichfalls das Zinn und Zink stark angreifende Wirkung einer Kalilauge zur Erklärung gebrauchen, da die Oxydation die Tendenz hat, ein Metall mehr elektronegativ zu machen. v. Yelin machte die merkwürdige Erfahrung, dafs von zwei Zinkstäbchen dasjenige, welches in concentrirte Salzsäure zuletzt eingetaucht worden war und sich also als das relativ mehr positive verhielt, diese Eigenschaft geraume Zeit beibehielt, auch wenn man in nachfolgenden Versuchen das andere Zinkstückchen später eintauchte, sie auch nicht durch Abwaschen und Abtrocknen verlor, dafs sich aber ähnliche Zinkstäbchen in eine Kalilauge eingetaucht anders verhielten. Wurde nämlich das eine Zinkstäbchen, welches mit dem Nordende des Multiplicators in Verbindung stand, zuerst, und dann erst das mit dem Südende verbundene Zinkstäbchen eingetaucht, so wich die Nadel gerade wie in dem Versuche mit der Salzsäure

1 Schweigg. N. R. XIX. 43.

2 Vierter Jahresbericht S. 22.

ab, so dafs das zweite Stäbchen die Rolle des positiven Metalls spielte. Es behielt aber diese Eigenschaft nicht permanent bei, sondern wenn die beiden Stäbchen wieder herausgenommen wurden und dann das am Südende hängende Stäbchen zuletzt eingetaucht wurde, so hätte dieses vielmehr nun die positive Rolle übernommen, und das früher positive verhielt sich als das negative Glied. Dieses so merkwürdig verschiedene Verhalten läfst sich nach der Hypothese von BERZELIUS nicht leicht erklären. Es bedarf kaum der Erinnerung, dafs in allen diesen Versuchen dasjenige Metall, welches zuerst eingetaucht ist, im Augenblicke der Schliefsung der Kette, die schon mit der ersten Berührung der Flüssigkeit durch den andern Schenkel statt findet, mit einer gröfseren Oberfläche wirkt, und dafs sich also stets der Einfluſs einer solchen zweigliedrigen Kette, wie sie Nr. 39. beschrieben worden ist, auf die Bestimmung des Erfolgs mit einmischt.

Andere hierher gehörige Versuche, die von VAN BEECK in Utrecht[1], FÖRSTEMANN[2], POHL[3], angestellt worden sind, werden in dem theoretischen Theile, wo von dem Verhalten des el. Stromes näher die Rede seyn wird, passender ihre Stellen finden.

46. Die bisher aufgezählten Hauptclassen von Erscheinungen betreffen diejenigen Ketten, deren Glieder blofs aus der unorganischen Natur abstammen. Sind aber diese Glieder Ketten aus den organischen Reihen, oder Theile derselben, in welchen die dieser Classe eigenthümlichen Kräfte thätig seyn können, so zeigen sich zugleich Reactionen dieser Kräfte, die wir mit dem allgemeinen Namen der Lebenskraft bezeichnen wollen, und die Form des galvanischen Processes wird in diesen Theilen wesentlich durch die Concurrenz dieser Kräfte mit bestimmt und modificirt. Man kann, da das allgemeinste Verhältnifs der Lebenskräfte mit äufseren Potenzen, durch welches sie zur Thätigkeit aufgeregt werden, unter den Begriff eines Reizverhältnisses gebracht wird, die galvanische Action in einer geschlossenen Kette, in welche mit Lebenskraft begabte Theile als Glieder eingehen, eben darum den galvanischen

1 G. LXXIII. 433.

2 Kastner's Archiv I. 24.

3 Der Proceſs der galv. Kette S. 1 ff.

Reizproceſs nennen. In der ersten Epoche des Galvanismus bis zur Entdeckung der Säule wurden die galvanischen Versuche fast ausschlieſslich mit solchen Ketten angestellt, und da durch eine Menge von interessanten Thatsachen gewonnen, die zur Aufklärung der damals noch so verborgenen Natur des sogenannten galvanischen Agens wesentlich beitrugen. Wenn nun gleich diese Thatsachen nunmehr von einem geringeren Interesse zu seyn scheinen, nachdem die Volta'sche Säule auf eine so überraschende Weise ein so helles Licht über dieses Gebiet von Erscheinungen verbreitet hat, so verdienen sie doch schon der Vollständigkeit wegen hier noch berücksichtigt zu werden, aber auch darum, weil sich gerade in diesen Erscheinungen die leisesten Nüancen und Abänderungen in der galvanischen Thätigkeit und dem galvanischen Verhältnisse der Körper gegen einander noch sicherer verrathen, als wohl in jeden anderen der bisher abgehandelten Erscheinungen, wie sie dann auch schon oben zur Bestimmung der Spannungsreihe der Erreger des Galvanismus zur Hülfe genommen worden sind. Aufser den für die Lehre vom Galvanismus wichtigen Resultaten, die aus diesen Versuchen gezogen werden können, lieferten sie auch interessante Ergebnisse für die Lehre von der Lebenskraft selbst, die ich aber hier nur sehr kurz berühren werde, da sie nicht sowohl in die allgemeine Physik, als vielmehr in die besondere Physik der organisirten, mit Lebenskraft begabten Körper, die Physiologie gehören.

Diese Versuche sind am häufigsten mit präparirten Froschschenkeln angestellt worden, deren Zubereitung zu diesen Versuchen bereits oben Nr. 15. näher angegeben worden ist. Das Eintreten oder die Abwesenheit der Zusammenziehungen, die Art, Stärke und Dauer derselben, verrathen den geheimen Proceſs, der gleichsam auf der Kette in dieser sichtbaren Bewegung nach aufsen hervorbricht. Es sind aber hierbei stets zwei Factoren, welche das Product bestimmen, nämlich einerseits die *Stärke* und *Art* des Reizes, welcher von der hierbei statt findenden, im engeren Sinne galvanischen, Action der Kettenglieder auf einander abhängt und die *Stärke* und *Art* der Erregbarbeit selbst. Wären die mannigfaltigen Modificationen der Erregbarkeit in dieser doppelten Rücksicht an und für sich und unabhängig von galvanischen Versuchen durch gewisse äufsere Merkmale und Erscheinungen erkennbar, so würden sich diese

Versuche ganz dazu eignen, die Bedingungen, von welchen die mannigfaltigen Bestimmungen der galvanischen Action in geschlossenen Ketten abhängen, festzusetzen, indem wir dann mit Sicherheit aus zwei bekannten Grösen, nämlich der Bewegung als dem Products und der Reizbarkeit als dem einen Factor die dritte, die mit ihnen in einer Gleichung verknüpft ist, nämlich die galvanische Action, die als Reiz den andern Factor bildet, bestimmen könnten. Daran fehlt aber sehr viel, und eben darum ist immer sehr grofse Vorsicht in den Schlüssen, welche wir aus diesen Versuchen auf die nähere Natur der galvanischen Action selbst machen, erforderlich, und mir selbst, der ich seit mehr als dreifsig Jahren viele Tausende solcher Versuche angestellt habe, sind Anomalien hierbei vorgekommen, von denen ich bis jetzt noch nicht vollständige Rechenschaft geben kann. Dafs indessen diese Versuche ihrerseits wieder am meisten dazu geeignet sind, über die verschiedenen Modificationen der Erregbarkeit Aufschlufs zu geben, leuchtet ein, da wir die Verschiedenheit der galvanischen Action in verschiedenen Ketten auch noch durch andere Hülfsmittel zu bestimmen im Stande sind, und folglich das seiner Quantität und Qualität nach verschiedene Product bei Gleichheit des einen Factors, nämlich der Kette als solcher, auf eine Verschiedenheit des andern Factors hinweiset.

Ritter[1] hat zwei Hauptclassen solcher Reizversuche unterschieden, wovon er die eine ächte, die andere pseudogalvanische Versuche genannt hat. Zu ersteren rechnet er alle diejenigen, welche von Ketten abhängen, denen der allgemeine Character der wirksamen galv. Ketten zukommt, dafs nämlich die mit der Schliefsung der Kette eintretende Action während des Geschlossenseyns der Kette fortdauert; letztere sollen von Ketten abhängen, bei welchen zwar im Augenblicke der Schliefsung und Trennung eine Action eintritt, die als Reiz auf die Nerven wirkt, während des Geschlossenseyns der Kette selbst aber ein Ruhestand oder Gleichgewicht erfolgt, und mit dem Aufhören der eigentlich galvanischen Action auch jede fernere Reizung aufhört. Diese sogenannten pseudogalvanischen Versuche sollen mit einigen anomalen Versuchen auch hier besonders betrachtet werden, da ihre Deutung für die Theorie des

1 Gehl. J. VI. 431.

Galvanismus nicht ohne Interesse ist. Zuerst wenden wir uns aber zu den ächten Reizversuchen.

47. Man kann bei denselben folgende Arten von Ketten unterscheiden: a. solche in welche blofs thierische Theile als Kettenglieder eingehen, b. solche, in welchen aufser diesen noch andere Erreger und Leiter des Galvanismus concurriren. Letztere zerfallen dann wieder in drei Hauptclassen: 1. in solche, wo die hinzukommenden Körper blofs Erreger der zweiten Classe sind, 2. solche, wo trockene Erreger; 3. solche, wo trockene und noch anderweitige feuchte Erreger neben den thierischen Theilen in die Kette mit aufgenommen werden. Die befolgte Ordnung ist zugleich diejenige, in welcher die Ketten in Rücksicht auf die Stärke der von ihnen abhängigen galvanischen Action und des dadurch bewirkten Reizes zunehmend auf einander folgen.

Wie schon oben in der Geschichte des Galvanismus bemerkt worden, wurde in der ersten Epoche desselben ein lebhafter Streit darüber geführt, ob auch Ketten aus blofs thierischen Theilen durch eine im engern Sinne galvanische Action ohne eine etwa dabei statt findende anderweitige, insbesondere mechanische, Reizung wirksam seyen. Dieser Streit ist jetzt längst geschlichtet und durch eine Menge von Versuchen sehr verschiedener Experimentatoren die galvanische Wirksamkeit solcher Ketten aufser allen Zweifel gesetzt. Insbesondere hat v. Humboldt verschiedene solcher Versuche beschrieben[1]. Sie gelingen indefs nur in dem Zustande höchster Erregbarkeit bei an sich schon sehr reizbaren grofsen Individuen in den Sommermonaten, oder wenn diese aus dem Winterschlaf erweckt werden, und die Zubereitung schnell vorgenommen wird, niemals aber bei kleineren Individuen, in den Herbstmonaten nach geschehener Begattung. v. Humboldt erhielt in den günstigen Fällen Zuckungen: a. wenn der Frosch so zubereitet war, dafs der Rumpf mit den hintern Extremitäten blofs durch die Cruralnerven (eigentlich Ischiadnerven) zusammenhing, und blofs in einer horizontalen Fläche die Froschschenkel gegen das Ende der obern Extremitäten geschoben wurden; b. gleichfalls erfolgte sie heftig, als die von ihrer Haut entblöfsten Lenden mit

1 Vers. über die gereizte Muskel- und Nervenfaser I. S. 28.

den rothen gar nicht tendinösen Muskelfleische gegen die Ischiadnerven zurückgebeugt wurden; c. gleichfalls als der Cruralnerve schnell heraus präparirt, dieser sammt der ganzen Extremität auf eine wohl getrocknete Glasplatte gelegt, und mit einem, an einem isolirenden Griffe von Siegellack befestigten Stücke frischen Muskelfleisches der Cruralnerv und die Schenkelmuskeln berührt wurden. Derselbe Erfolg fand auch statt, wenn statt des einen Muskelstückes, das hier zur Schliefsung der Kette Fig
diente, drei verschiedene Stücke angewandt wurden, wovon das 89.
eine den Nerven, das andere den Schenkel berührte, und dann der Kreis durch das dritte Stück, welches die beiden andern mit einander verband, geschlossen wurde, und zwar war die Reizung in diesem Falle stärker, wenn x und y dergestalt durch z verbunden wurden, dafs z zuerst x und dann y berührte, als wenn die Verbindung von y aus geschlossen wurde. d. Bei mehreren Individuen löste v. Humboldt den obern Theil der Cruralnerven ab, und schob dieses getrennte Stück mittelst einer Glasröhre zwischen den noch inserirten Nerven und den Schenkel selbst, so wie auf beiden Seiten; der Contact geschah, blieb die convulsivische Erscheinung nicht aus. e. Auch wenn nicht die Muskeln selbst mit in die Kette aufgenommen wurden, sondern nur ihr Nerv sich in derselben befand, konnten durch einen blofs thierischen Bogen Convulsionen erregt werden. v. Humboldt fafste nämlich den Cruralnerven mit zwei Fingern der linken Hand, und berührte mit einem Stückchen Muskelfleisch, welches er in der andern Hand hielt, denselben Cruralnerven. Die Reizung war heftig, sobald der Contact erfolgte, sie schien am heftigsten, wenn derselbe nahe an der Insertion des Nerven in die Muskeln, doch ohne diese mit zu berühren, erfolgte. Wurde statt des Muskelfleisches ein Stück Elfenbein genommen, so blieben die Zuckungen aus. Nie wollte es v. Humboldt gelingen, Zuckungen zu erhalten, wenn er nach Abtrennung des Nerven vom Rumpfe den Schenkel gegen den Nerven und diesen gegen jenen bog, eben so wenig auch bei sehr lebhaften Individuen, wenn er ohne die Muskeln zu berühren, das Nervenstück V an den Cruralnerven t dergestalt anschob, dafs t in zwei verschiedenen Puncten getroffen wurde. Dagegen ist mir der vorletzte Versuch bei reizFig
baren Fröschen sehr häufig gelungen, besonders wenn der Cru- 90.
ralnerv in einer etwas gröfseren Strecke durch schnelles Anbie-

gen mit der Haut des Schenkels, nicht aber, wenn er n
Muskeln unmittelbar in Berührung gebracht wurde.

Für alle diese und ähnliche Versuche mit Ketten au
thierischen Theilen, die mir und auch andern Experim
ren häufig gelungen sind, und die bereits Galvani mit
angestellt hatte, gälten noch, was das Eintreten der Zuck
ihre Stärke und Dauer betrifft, überhaupt folgende Bedin
und Gesetze: a. dafs zur Entstehung derselben jedesma
derlich ist, dafs die Nerven der Muskeln, in denen die Z
menziehungen erregt werden sollen, sich als Glieder
Kette befinden. b. Dafs der Nerv oder das Nervenstück
Strecke, in welche er oder dieses als Glied in die Kette e
soviel möglich isolirt sey, und neben ihnen kein anderer
in diesem Theile des Kreises eine Ableitung gewähren
sondern ein el. Strom, wenn er etwa in einer solchen Kett
seyn sollte, gezwungen wäre, seinen Weg ausschliefs
dieser Stelle durch den Nerven zu nehmen. c. Dafs unte
gleichen Umständen die Zuckungen um so lebhafter au
je ausgedehnter jenes eine ausschliefsliche Leitung gew
Nervenstück ist, das in die Kette eingeht, und dafs sie au
so länger erregt werden können. d. Dafs die Zuckung
so länger hervorgerufen werden können, und um so le
sind, je rascher die Schliefsung der Kette erfolgt, und je
die Oberfläche ist, mit welcher die den Kreis bildenden
in Berührung kommen.

Da diese Ketten in Ansehung aller Bedingungen un
setze für das Eintreten und die Stärke der Zuckungen si
so verhalten, wie die weiterhin zu beschreibenden Kett
denen nach der Natur der Glieder derselben der galva
Charakter keinem Zweifel unterworfen ist, so darf man
einer solchen Uebereinstimmung sie gleichfalls als ächt g
sche und die durch ihre Schliefsung gegebene Action al
galvanische in Anspruch nehmen. Aber eben damit ist, w
stens dem ersten Anscheine nach, auch der Beweis g
dafs durch die Schliefsung blofs zweier Körper, weni
aus der zweiten Classe von Erregern, zur Figur eine ga
sche Action gegeben ist, und v. Humboldt hat insbes
den Versuch, wo die von ihrer Haut gänzlich entblöfsten
keln durch ihren Contact mit dem vom Zellgewebe und
gefäfsen befreiten Nerven lebhafte Zuckungen erregten, als

lig entscheidend in dieser Hinsicht angesehen, indem ja offenbar nur zwei, und zwar organisch verbündene Stoffe, Muskel und Nerv, mit einander in Wechselwirkung gekommen seyen. Wer möchte aber die vollkommene Gleichartigkeit eines Nerven in seinem Stamme und in seinen Verzweigungen behaupten wollen? Auch gehen in die Structur des Muskels so verschiedenartige, und in ihrer Getrenntheit noch vollkommen unterscheidbare, Theile, wie Zellgewebe, aponeurotische Haut, Blutgefäfse, Nerven und eigentliche Muskelfasern ein, dafs es nicht schwer fallen kann, auch bei den einfachsten thierischen Ketten dieser Art immer noch zum wenigsten drei heterogene Glieder, die zu einer Kette an einander gereiht sind, nachzuweisen. Aber allerdings werden die Zuckungen sogleich lebhafter, wenn die drei Heterogeneitäten in deutlicher geschiedenen Massen hervortreten, wie gleichfalls aus den oben angeführten Versuchen erhellet.

Wirksamer werden daher die angeführten Ketten sogleich, wenn Stoffe in sie aufgenommen werden, die zwar noch zu einer Classe, als Erreger des Galvanismus betrachtet, mit ihnen gehören, aber selbst nicht organischer Natur sind, wie Volta schon in den ersten Jahren bewies, indem Seife oder Kleister, mit denen man die Schulter oder Brust des Froschpräparats bestreicht, und dann die Lenden, die blofs durch ihre Crural-nerven mit dem Rumpfe zusammenhängen, in Contact damit bringt, die Zuckungen sehr verstärken [1]; noch mehr findet dieses statt, wenn man eine alkalische oder saure Flüssigkeit in die Muskeln oder Nerven bringt, und die Schliefsung der Kette an den damit benetzten Stellen macht. Doch gelingen alle diese Versuche nur bei sehr erregbaren Individuen, die man schnell genug präparirt hat, und nur in der ersten Viertelstunde nach der Zubereitung. Die zweite Classe von hierher gehörigen wirksamen Ketten sind diejenigen, in welchen neben den thierischen Theilen blofs ein einziger Erreger der ersten Classe (also nur ein Metall) als Kettenglied eingeht. Auch gegen die Positivität dieser Ketten hat man in der ersten Zeit viel gestritten, und insbesondere hat Volta durch eine Menge sinnreicher Versuche bewiesen, dafs wenn keine Zuckungen bei Anwendung eines einzigen, ganz homogenen, Metalls ent-

1 Humboldt a. a. O. S. 52.

stehen, diese sogleich zum Vorschein kommen, wenn das Metall durch die leisesten Abänderungen der Mischung (namentlich durch den leisesten Anflug von Oxydation), der Politur, Härte, Temperatur, an zwei Stellen von einander verschieden gemacht werde, wodurch es, wenn gleich ein Stück, doch an den zwei verschiedenen Berührungsstellen zum Aequivalent zweier Metalle gemacht werde, weswegen er denn auch geneigt war, in allen solchen Fällen, wo durch Hülfe nur eines Metalls Zuckungen erregt wurden, irgend eine nur übersehene Heterogeneität dieser Art vorauszusetzen [1]. Indefs widerlegte schon Aldini diese Behauptung durch Versuche mit Quecksilber, die auch von Humboldt mannigfaltig abänderte, um sie vollkommen beweisend zu machen, und auf dem jetzigen Standpuncte unserer Kenntnisse kann vollends die Wirksamkeit solcher Ketten blofs aus einem Metalle und den thierischen Theilen nicht mehr streitig erscheinen, da wir seitdem Ketten dieser Art, in welche blofs ein trockener Erreger eingeht, als in so hohem Grade chemisch wirksam kennen gelernt haben. Hierher gehören mehrere interessante Versuche Ritter's und v. Humboldt's, die mir gleichfalls oft gelungen sind, und einen ganz entscheidenden Beweis für die Wirksamkeit blofs zweigliedriger Ketten zu liefern scheinen. Wenn man nämlich die vom Rückgrate getrennten, und frei präparirten, Ischiadnerven auf Scheiben von verschiedenen Metallen fallen läfst, so dafs sie in rasche Berührung damit kommen, oder auch gegen solche Metalle schleudert, so entstehen häufig lebhafte Zuckungen. Dafs hierbei kein mechanischer Reiz obwaltet, erhellet daraus, dafs bei gleicher Höhe des Herabfallens u. s. w. die Verschiedenheit der Metalle einen grofsen Einfluss äufsert, und dafs das Herabfallen auf Glas, Stein u. s. w. ganz ohne Wirkung ist. In den ersten Versuchen dieser Art erhielt Ritter [2] viel lebhaftere Zuckungen, wenn er die Nerven auf Silber, als wenn er sie auf Zink fallen liefs. Aus späteren Versuchen folgerte er aber, dafs dieses Uebergewicht des Silbers über das Zink blofs von der verschiedenen Form hergekommen sey. Ersteres hatte er beständig in breiten Platten, letzteres in Stangen angewandt; als er daher das Zink ebenfalls in Platten anwendete, war es

1 v. Humboldt a. a. O. S. 52.

2 Gehlen's J. VI. 483.

viel wirksamer, wie auch v. Humboldt in seinen wenigen Versuchen gefunden haben will [1]. Dennoch, setzt Ritter hinzu, wirkte das Silber noch kräftiger, dann waren es aber Münzen mit noch hohem Gepräge; wo dieses sich glatt gerieben hatte, zeigte sich Silber viel schwächer als gleich ebenes Zink. Unter gleichen Formen wirkte in dieser Art von Versuchen Eisen noch nahe so stark als Zink, Kupfer schwächer, Kohle in der Regel noch schwächer als Silber. Je gröfser überall die Stelle war, mit der der Nerv, und soviel wie möglich zugleich, auf das Metall fiel, desto leichter kam und desto stärker war die Zuckung, auch je näher das Nervenstück selbst den Muskeln lag [2]. Man kann den Nerven an seinem hintern Ende zwischen die Finger nehmen, ihn dazwischen behalten und blofs mäfsig gegen die unterliegende Metallplatte hinschwenken. Da Isolation des Frosches, des Metalls oder beider, keinen merklichen Einfluss zu haben scheint, so sieht man schon hieraus, dafs die ganze Action gleichsam in den kleinen Raum der mit einander in Contact kommenden beiden Körper, des Metalls und der Nerven, beschränkt bleibt. Deutlicher als in den angeführten Versuchen tritt nun schon die bestimmte Form dieser Kette in den Versuchen Ritter's hervor, wo der Nerv an einem Puncte x schon auf der Metallplatte m aufliegt, und man den Theil x bis y blos nachfallen läfst; oder wo der Nerv mit y aufliegt und die jetzt vordere Strecke y bis x nachfällt. Bei sehr reizbaren Individuen erhielt ich auf ähnliche Art Zuckungen, wenn ich blofs mit dem abgeschnittenen Ende des Nerven die Oberfläche von Quecksilber berührte. Wirksamer noch, als die bisher angeführten Ketten aus einem Metalle und dem Nerven, der in zwei von einander mehr oder weniger entfernten Puncten mit denselben in Berührung kommt, zwischen denen ein mehr oder weniger ausgedehntes Nervenstück in die Kette eingeht, nach dessen Länge sich auch die Lebhaftigkeit der Zuckungen richtet, sind die Ketten aus einem Metalle, dem Nerven und den Muskeln, besonders wenn diese in einer etwas gröfseren Oberfläche mit dem Metalle in Berührung sind, und man den Nerven, den man mit einer Pincette vorher in die Höhe gehalten hat, auf das Metall herabfallen läfst, oder auch an einem von Fig. 91. Fig. 92.

1 a. a. O. S. 63.

2 Ritter a. a. O. S. 43.

der Insertion in den Schenkel entfernten Puncte mit aller Vorsicht mit dem Metalle in Berührung bringt. Hierbei üben die Metalle nach ihrer Verschiedenheit einen mehr oder weniger starken Reiz aus, und zwar fand ich bestimmt die entgegengesetzte Ordnung wie Ritter in jenen Versuchen, wo blofs der Nerv in die Kette einging, indem ich gerade die mehr negativen Metalle, und zwar in dem Verhältnisse, in welchem sie dem negativen Ende näher stehen, wirksamer fand, ungefähr in folgender Ordnung: Quecksilber, das bei weitem am wirksamsten war, wozu vielleicht seine reine metallische Oberfläche wesentlich beitrug, diesem zunächst Silber, dann Kupfer, Zinn, Quecksilber mit Zinn versetzt, Blei, zuletzt Zink, mit welchem ich nur sehr selten und blofs bei höchst reizbaren Individuen Zuckungen erregen konnte, wenn keine andere als die angeführten thierischen Theile in der Kette sich befanden.

Merkwürdig ist es, dafs die Metalle, wenigstens das Eisen, die Wirksamkeit einer Kette aus blofs thierischen Theilen verstärken, auch wenn sie gleichsam nur auf eine entfernte Weise in dieselbe eingreifen. v. Humboldt führt einen solchen Ver- Fig. 98. such [1] an. Wenn nämlich x mit welchem die Kette zwischen Nerv und Muskel gebildet wird, kein frisches Muskelfleisch, oder kein recht frisches Nervenstück, das dieselben Dienste leistet, ist, und wegen der unvollkommenen Leitung (wie v. Humboldt meinte) die Contraction nicht erfolgte, so wurden dieselben sogleich erregt, wenn man x statt mit einer gläsernen Röhre mit einem Eisendrahte gegen den Schenkel schob, ungeachtet dieser blofs die äufsere Oberfläche von x berührte, und folglich die Communication von den Cruralnerven zum Schenkel durch keinen metallischen Theil unterbrochen war, und dieser in so ferne kein eigentliches Glied der Kette bildete.

Wenn aufser dem einzelnen Metalle und den thierischen Theilen noch andere Erreger der zweiten Classe in die Kette mit eingehen, und zwar so, dafs sie mit dem Metalle in Berührung kommen, so wird die Wirkung der Kette in allen Fällen dadurch verstärkt, und solche Ketten kommen nach Beschaffenheit des Metalls und der Flüssigkeit, die mit demselben in el. Erregung tritt, nicht selten den wirksamsten Ketten aus zwei am stärksten mit einander wirkenden Metallen und den thierischen Thei-

1 a. a. O. S. 37.

len gleich. Volta hat schon im Jahre 1796 in seinem zweiten Schreiben an Gren[1] über die Theorie der galv. Kette die Resultate seiner zahlreichen Versuche dieser Art bekannt gemacht und ich habe bereits in Nr. 25. auf diese Versuche, sofern sie zur Bestimmung des el. Verhaltens der Metalle und feuchten Erreger dienen, hingewiesen. Das allgemeine Schema dieser Versuche, wie sie von Volta angestellt wurden, stellt die Figur dar. Die Flüssigkeit f kann entweder in einem Uhrglase sich befinden, oder ein Stückchen Schwamm damit getränkt seyn und das Metall m entweder unmittelbar oder durch ein nasses Schwammstückchen h, und eben so die Flüssigkeit unmittelbar oder durch ein nasses Schwammstückchen h mit den thierischen Theilen in Verbindung stehen, und die Anordnung der einzelnen Kettenglieder entweder so, wie die Figur sie darstellt, oder auch umgekehrt statt finden, so dafs die Flüssigkeit nach dem Nerven, das Metall nach den Muskeln zu liegt. Diese verschiedene Art der Vertheilung hat denselben Einfluſs wie die zweier Metalle an die Nerven und Muskeln, wovon unten die Rede seyn wird, und man kann darnach beurtheilen, ob die Flüssigkeit sich mit dem Metalle positiv oder negativ verhält. Ersteres ist der Fall, wenn der Erfolg derselbe ist, wie wenn an der Stelle der Flüssigkeit sich ein anderes Metall befände, das in Beziehung auf das andere Metall sich positiv verhält, letzteres wenn sich die Flüssigkeit eben so verhält, wie das negative Metall an seiner Stelle. Doch gilt diese Bestimmung unbedingt nur unter der Voraussetzung, dafs die el. Erregung in der Berührung zwischem dem Metalle und der Flüssigkeit das Uebergewicht hat über die Erregungen an den beiden andern Berührungspuncten. Volta fand durch seine Versuche, dafs die Flüssigkeiten mit den Metallen auf die angegebene Weise zusammengebracht, in folgender Stufenfolge eine verstärkte Wirkung hervorbringen: 1. reines Wasser; 2. Wasser mit Thon oder Kreide vermengt; 3. Zuckerwasser; 4. Alkohol; 5. Milch; 6. mucilaginöse Flüssigkeiten; 7. thierische gummöse Flüssigkeiten; 8. Wein; 9. Essig und andere vegetabilische Säuren; 10. Speichel; 11. Mucus der Nase; 12. Blut; 13. Harn; 14. Salzwasser; 15. Seifenwasser; 16. Kalkmilch; 17. concentrirte Mineralsäuren; 18. starke alkalische Lauge;

Fig. 94.

1 Dessen N. J. d. Ph. IV. 107.

19. Oleum Tartari; 20. Phosphorsäure. Doch bemerkt VOLTA ausdrücklich, dafs diese Ordnung nicht für alle Metalle auf gleiche Weise gelte, und insbesondere in Ansehung der Schwefelleber und der alkalischen Flüssigkeiten die Metalle beträchtlich unter einander abweichen. VOLTA fand in diesen Versuchen das Zinn im Durchschnitte alle andere übertreffen, und das Silber allen anderen nachstehen. Nur wenn Silber zwischen Wasser und Schwefelleber sich befand, übertraf es alle andere. Zu den wirksamsten Ketten dieser Art gehören nach meinen Versuchen die Ketten aus Eisen und Salpetersäure, Silber und Schwefelleber, Zinn oder Zink und Aetzkali, und überhaupt sind diese Ketten um so wirksamer, je stärker nach den bekannten Prüfungsarten die el. Erregung zwischen der jedesmal angewandten Flüssigkeit und den mit ihr in Wechselwirkung gebrachten trockenen Erreger ausfällt.

49. Die dritte Hauptclasse von Ketten sind endlich diejenigen, welche aus zwei Erregern der ersten Classe und den thierischen Theilen bestehen, mit denen auch vom Anfange an die meisten galvanischen Versuche angestellt worden sind. Die Metalle, sofern sie in Form von Blättchen oder Scheiben an die Nerven und Muskeln gebracht werden, hat man mit dem Namen von *Armaturen*, und zwar Nerven- und Muskel-Armaturen, und die Metalle, welche in Form eines Drahtes u. d. gl die Verbindung zwischen solchen Armaturen oder der einen Armatur und dem unbewaffneten thierischen Theile machten, mit dem Namen des *metallischen Bogens*, auch wohl des *Excitators*, weil durch die Schliefsung des Kreises mittelst ihrer die Zuckung erregt wird, belegt. Jedes Metall indefs, in welcher Form es auch angewandt werde, spielt da, wo es den Nerven oder Muskel unmittelbar berührt, zugleich die Rolle einer Armatur. Als Resultate ergeben sich aus den zahlreichen Versuchen dieser Art folgende allgemeine Bedingungen und Gesetze für das Eintreten, die Dauer und Stärke der Zuckungen.

1. Zum Eintreten der Zuckungen ist jedesmal nöthig, dafs der mit den Muskeln, in welchen die Zuckungen erregt werden sollen, wenigstens einem Theile nach noch in ungestörter organischer Verbindung stehende Stamm des Nerven, oder wenigstens die an dem Muskel selbst sich verbreitenden Zweige desselben, als Glied in die Kette eingehen. Die Zuckungen entstehen also unter der einfachsten Form dieser Kette dann, wenn

die beiden Metalle C und Z unmittelbar an den Nerven angebracht sind, wie klein auch das Stückchen des Nerven sey, welches in die Kette eingeht. Sie entstehen eben so in beiden Extremitäten zugleich, wenn die eine Armatur an dem einen, die andere an dem andern Nerven angebracht, und der Kreis durch irgend einen nassen Körper, ein Stückchen Schwamm, das von einem Nerven zum andern führt, geschlossen wird, wie die Figur zeigt. In beiden Fällen liegen die Muskeln selbst ausserhalb der Kette. Dafs sie gleicher Weise entstehen, wenn das eine Metall, statt an den Nerven, an die Muskeln angebracht wird, wie bei Z in der vorigen Figur der Fall ist, versteht sich dann von selbst. Wird der Nerv so unterbunden, dafs der Theil desselben, welcher in die Kette eingeht, sich oberhalb des Bandes befindet, und dadurch die lebendige Einwirkung des in die Kette eingehenden Nervenstücks auf die Muskeln aufgehoben ist, so bleiben auch sogleich die Zuckungen aus. Erfolgt aber dann die Berührung des Nerven mit Z an einer tiefern Stelle unterhalb des Bandes, so dafs von neuem ein Theil des in lebendiger Wechselwirkung mit den Muskeln stehenden Nerven in die Kette eingeht, so erscheinen auch bei der Schliefsung der Kette die Zuckungen wieder. Befinden sich blofs die Muskeln innerhalb der Kette, und nicht der Stamm des Nerven, der zu denselben geht, so erscheinen zwar auch Zuckungen, aber nur in den Muskeln, welche zwischen den beiden Armaturen inne liegen und mit ihnen in unmittelbarer Berührung sind, und sind überhaupt viel schwächer. Nur bei hoher Reizbarkeit verbreiten sie sich dann auch auf angrenzende Muskeln. Fig. 95. Fig. 96.

2. Die Zuckungen sind um so stärker, und lassen sich um so länger, von dem Zeitpuncte der Zubereitung des Frosches an gerechnet, erregen; a. je länger das in unverletztem organischen Zusammenhange mit den Muskeln stehende Stück des Nerven ist, welches in die Kette eingeht; b. je mehr dieses Stück ausschliefslich in dem Theile der Kette, in welchen es eingeht, einen el. Strom, den man sich innerhalb dieser Kette circulirend denken möchte, zu leiten hat, d. h. je vollkommner dieses Stück des Nerven isolirt ist, so dafs neben und aufser ihm an dieser Stelle keine andere gleich gute Leiter der E., seyen es thierische Theile selbst oder Wasser und mit demselben getränkte Körper jeder Art, sich befinden, die an dieser Fort-

leitung Theil nehmen könnten. So lange daher die Cruralnerven noch auf dem Backenstücke liegen, erscheinen die Zuckungen nur schwach, und in kurzer Zeit gar nicht mehr, weil das Backenstückchen zugleich als Nebenleiter wirkt; sie erfolgen aber mit der gröfsten Lebhaftigkeit, wenn das Backenstückchen abgelöst und entfernt wird, und die Cruralnerven in ihrem Verlaufe blofs von der Luft umgeben sind, oder auch auf Glas liegen; sie nehmen aber sogleich an Stärke wieder ab, und kommen bald nicht mehr zum Vorschein, wenn von dem obern Metalle Z neben dem Nerven noch ein anderer Leiter, wie ein Stück Schwamm oder ein Stück Muskelfleisch, bis zur Berührung mit dem Schenkel in die Kette eingeschoben wird, besonders wenn der Nerv bis zu seiner Insertion in die Lende ganz damit umhüllt ist. Wird aber dann wieder ein Theil der Nerven aus den Muskeln heraus präparirt, neben dem sich kein anderer Nebenleiter in der Kette befindet, so treten auch die Zuckungen bei der Schliefsung der Kette lebhaft ein [1]. Ein solches, eine ausschliefsliche Leitung gewährendes, Nervenstück äufsert seinen Einfluss auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen, jedoch nur unter der Bedingung, dafs es in dieser Länge noch fähig sey, von jedem Puncte aus die Reizung auf die Muskeln, in denen es sich verbreitet, fortzupflanzen, daher dann, um so lange wie möglich Muskelzusammenziehungen zu erregen, zuletzt der Nerv aus den Muskeln in einer gewissen Strecke herauspräparirt werden mufs, da er von seinen Centralende aus allmälig abstirbt; c. je gröfser die Oberfläche ist, in welcher die Metalle mit den thierischen Theilen in Berührung stehen. Dieses gilt besonders für die Muskelarmatur, bei welcher die Berührungsoberfläche viel gröfsere Variationen zuläfst, als bei der Nervenarmatur. Dagegen ist die Gröfse der Berührungsfläche zwischen den Metallen selbst ohne merklichen Einfluss, und es ist vollkommen hinreichend, um das Maximum von Wirkung zu erhalten, wenn sich die Metalle gleichsam nur in einem Puncte berühren, also der feinste Metalldraht zwischen den Armaturen die Verbindung macht; d. auch die Art der Schliefsung der Kette äufsert ihren Einfluss auf die Lebhaftigkeit der Zuckungen, die jedesmal stärker ausfallen, wenn die Metalle vorher mit den thierischen Theilen in

Fig. 95.

1 G. H. Pfaff über thierische E. und Reizbarkeit S. 25—31.

Verbindung gebracht werden, ehe sie sich selbst wechselseitig berühren und dadurch den Kreis schliefsen, als wenn der Kreis durch Application des einen oder andern Metalls, nachdem sie selbst schon in wechselseitige Berührung gebracht sind, an die thierischen Theile geschlossen wird. e. Vorzüglich hängt aber die Lebhaftigkeit der Zuckungen von der relativen Heterogeneität der Metalle und überhaupt der trockenen Erreger unter einander selbst ab, und es läfst sich das allgemeine Gesetz dafür aufstellen, dafs je weiter die Armaturen nach der Spannungsreihe von einander abstehen, desto lebhafter auch die Zuckungen unter sonst gleichen Umständen ausfallen. Vom Zinn bis zum Silber scheinen alle Metalle, die nach der Nr. 19. aufgestellten Spannungsreihe zwischen dieselben fallen, diese beiden Metalle selbst mit eingeschlossen, mit dem Zinke fast gleich stark zu wirken, so dafs durch die Lebhaftigkeit der Zuckungen selbst ihr relativ gröfserer oder geringerer Abstand von diesem nicht wohl mit Sicherheit auszumitteln ist, und das Uebergewicht des Zinks hierbei ist so auffallend, dafs es sogar, mit dem ihm am nächsten stehenden Blei zur Kette geschlossen, fast eben so stark wirkt als dieses mit dem am äufsersten Ende der Reihe stehenden Graubraunsteinerz, so dafs man diesem gemäfs anzunehmen hätte, dafs das Zink eine eben so starke el. Spannung mit dem Blei eingehe, als dieses mit dem Braunstein. Damit die Metalle, welche an den thierischen Theilen als Armaturen applicirt werden, ihre Wirkung hervorbringen, ist, wie aus allem bisherigen klar hervorgeht, unmittelbare metallische Berührung oder wenigstens eine Verbindung derselben unter einander durch Erreger der ersten Classe zur Vollendung des Kreises nothwendig, und diese Wirkung fällt sogleich weg, wenn die Verbindung durch irgend Erreger der zweiten Classe, z. B. durch ein Stück Schwamm, nasses Papier, die nassen Finger des Experimentators vermittelt wird, es wäre denn, dafs das Froschpräparat in höchst seltenen Fällen auf einer so hohen Stufe der Reizbarkeit sich befände, dafs eine solche Kette durch die mit ihrer Schliefsung eintretende sehr geringe Action noch einen hinlänglichen Reiz ausüben könnte. Uebrigens macht es keinen Unterschied, von welcher Art auch die trockenen Erreger seyen, welche die Verbindung zwischen den metallischen Armaturen vermitteln, welche Art von Metalldrähten also zum leitenden Bogen gebraucht werden, die Zuckungen fallen immer

von gleicher Stärke sind, und man kann in beliebiger Ordnung und Abwechslung die verschiedensten Erreger der ersten Classe zwischen den beiden Armaturen interpoliren, der Erfolg bleibt unverändert derselbe, was eine nothwendige Folge des bereits oben im Nr. 23. aufgestellten allgemeinen Gesetzes ist, dafs in einer Reihe von Erregern der ersten Classe der el. Spannungsunterschied der beiden Endglieder stets derselbe bleibt, ob sie sich unmittelbar berühren, oder ihre Aufeinanderwirkung durch zwischenliegende Erreger derselben Classe in beliebiger Zahl und Ordnung vermittelt werde, dieser el. Spannungsunterschied es aber einzig ist, der die als Reiz wirkende galvanische Action bestimmt.

50. Ein sehr merkwürdiges Verhältnifs in diesen Ketten aus zwei Metallen oder überhaupt aus zwei trockenen Erregern und thierischen Theilen ist noch der Einfluss der Vertheilung dieser Erreger und also namentlich der beiden Metalle als Nerven- und Muskelarmaturen auf das Entstehen, die Stärke und Art der Zuckungen nach Verschiedenheit der zwei Momente der Schliefsung und Trennung der Kette. Bestimmen wir diese Vertheilung der Metalle in Beziehung auf die beiden entgegengesetzten Enden des Nerven, nämlich das Centralende oder seinen sogenannten Ursprung aus dem Rückenmarke und sein peripherisches Ende, und nennen wir von den beiden Metallen, zwischen welchen als Glied der Kette irgend ein Stück des Nerven eingeschlossen ist, sey es nun dieses Stück allein, oder seyen aufser demselben auch noch die Muskeln oder eine anderweitige Reihe von feuchten Körpern, die vom Nerven und den Muskeln aus die Kette fortsetzen und an welche die Metalle applicirt werden, dasjenige Metall, nach dessen Seite hin das Centralende das näherliegende ist, so dafs, wenn man von ihm aus den Kreis durch die feuchten Leiter verfolgt, man zu diesem Centralende früher als zum peripherischen Ende gelangt, die Nervenarmatur in Beziehung auf diesen bestimmten Nerven, und dasjenige, nach dessen Seite hin das peripherische Ende in dem Kreise näher liegt, die Muskelarmatur, wie z. B. dieser Bestimmung gemäfs in Fig. 95 in der einen Vertheilung C in der andern dagegen Z* und eben so in Fig. 96 Z in Beziehung auf das Nervenstück a b, wenn dessen Reizung in Betracht zu ziehen wäre, dagegen in Beziehung auf das Nervenstück c d, C die Nervenarmatur und so also auch in diesen 4 Fällen Z*, C*, C und Z die Muskel-

[illegible] seyn würden, so zeigt sich die merkwürdige Verschiedenheit, dafs, wenn von irgend zwei Metallen das mit dem andern positiv elektrisch werdende als Nervenarmatur, das negativelektrische als Muskelarmatur gebraucht wird, die Zuckungen [illegible] nur im *Augenblicke der Schliefsung der Kette* und [illegible] im *Augenblicke der Trennung* oder wenigstens die weit [illegible] im Augenblicke der Schliefsung und die viel schwächeren im Augenblicke der Trennung, dagegen bei der entgegengesetzten Vertheilung, wenn nämlich das negative Metall die [illegible] das positive die Muskelarmatur bildet, die Zuckungen [illegible] allein im Augenblicke der Trennung und keine im Augenblicke der Schliefsung, oder wenigstens die viel lebhafteren im [illegible], die viel schwächeren im zweiten Falle erfolgen. Weil [illegible] Gegensatz zwischen zwei Erregern der ersten Classe [illegible] anderweitige Mittel, wie durch den Condensator und durch [illegible] Magnetnadel mit Hülfe des Multiplicators, ausgemittelt worden ist, hat sich auch, doch mit den sogleich näher zu bestimmenden Einschränkungen und Ausnahmen, jener Gegensatz [illegible] nach dem angegebenen Gesetze parallel laufend gezeigt, und man hat sich daher dieser galvanischen Reizversuche [illegible] bedient, um auszumitteln, welcher von zwei Erregern der [illegible] Classe der positive, welcher der negative sey (vgl. Nr. 15.). [illegible] nahm man stets denjenigen für den positiven, der als Nervenarmatur *allein* die *Schliefsungszuckung*, oder wenigstens die stärkere, denjenigen für den negativen, der als Nervenarmatur *allein* oder wenigstens die *stärkere Trennungszuckung* gab. Indefs konnte es denjenigen, die sich mit dergleichen Reizversuchen beschäftigten, nicht entgehen, dafs sich [illegible]faltige Anomalien in jenem Verhalten der Erreger zeigten; [illegible] nicht selten beide Metalle sowohl das negative als auch das positive als Nervenarmatur angewandt, gleich starke Trennungs- und Schliefsungszuckungen zu geben scheinen, ja Fälle vorkommen, in welchen das negative Metall als Nervenarmatur [illegible] gegen sein gewöhnliches Verhalten vielmehr die stärkeren, [illegible] ausschliefsend nur die Zuckungen im Augenblicke der Schliefsung und keine im Augenblicke der Trennung, das positive Metall als Nervenarmatur angewandt dagegen ausschliefsend nur Zuckungen im Augenblicke der Trennung und keine im Augenblicke der Schliefsung gab. Ritter, der wohl von allen Galvanisten die meisten Versuche dieser Art angestellt hat

glaubt den Grund dieser Anomalien in den verschiedenen Zuständen der Muskelerregbarkeit zu finden, und nicht dasjenige, was sich dem Gesetze als Ausnahme zu entziehen schien, von neuem einer festen und in ihrem weiteren Umfange noch höheren Regel zu unterwerfen[1]. Er behauptete nämlich, dieses verschiedene und sogar entgegengesetzte Verhalten der nämlichen Vertheilung der beiden Armaturen bei verschiedenen Froschpräparaten beruhe auf zwei einander entgegengesetzten Zuständen der Erregbarkeit, und sey der Ausdruck und das Zeichen für dieselben. Der eine Zustand, der A genannt werden kann, in welchem die Schliefsungszuckung bei der negativen Bewaffnung des Nerven, und zwar nur diese allein, die Trennungszuckung dagegen bei der positiven Bewaffnung, und zwar nur diese allein erfolgt, ist ihm zufolge derjenige, in welchem die Erregbarkeit in dem ersten Zeitpuncte nach der Zubereitung des Thiers, wenn noch am meisten Leben in demselben sich vorfindet, angetroffen wird; er geht durch mehrere Mittelstufen in den entgegengesetzten Zustand, der E heifsen mag, über, in welchem die negative Bewaffnung des Nerven, oder (wenn nämlich beide Metalle zugleich an den Nerven applicirt werden) seines dem Ursprunge näheren Endes die Zuckung nur im Augenblicke der Trennung, die positive Bewaffnung nur im Augenblicke der Schliefsung giebt. Dieser zweite Zustand ist immer der letzte; mit ihm und in ihm erstirbt die Erregbarkeit überhaupt, er ist häufig derjenige, der bei schon abgestorbener Erregbarkeit, wenn nämlich die Zubereitung des Thiers zu langsam vorgenommen wird, oder bei geringerem Grade der Vitalität, wie bei kleineren Individuen, oder auch bei gröfseren im Herbste nach vollbrachter Begattung, allein noch angetroffen wird. Unter den verschiedenen Stufen, durch welche der erste Zustand A in den zweiten E übergeht, kann derjenige als der Mittelzustand angesehen werden, wo Schliefsungs- und Trennungszuckungen bei der negativen sowohl als positiven Bewaffnung des Nerven gleich stark sind, jenseits desselben, nach dem ersten Zustande hin, zeigen sich bei der negativen Bewaffnung die stärkeren Schliefsungs-, bei der positiven Bewaffnung die stärkeren Trennungszuckungen und zwar an Stärke zuneh-

1 Darstellung des Gegensatzes zwischen Flexoren und Extensoren u. s. w. in dessen Beiträgen zur näheren Kenntnifs des Galvanismus 2ten Bandes 3. 4. St. S. 63. ff.

mend, je näher der Zustand der Erregbarkeit an den ersten angrenzt; diesseits desselben, nach dem zweiten Zustande hin, werden bei der negativen Bewaffnung des Nerven die Schliessungszuckungen stets schwächer, die Trennungszuckungen immer stärker, erstere verschwinden endlich ganz, letztere bleiben allein noch übrig; das Gegentheil zeigt sich bei der positiven Bewaffnung. In diesem letzten Zustande sind die Schliessungszuckungen, wenn man nämlich dieselben beider Metalle nimmt, und das einemal das positive, das anderemal das negative Metall als Nervenarmatur gebraucht, stärker als die Trennungszuckungen; diese kommen zuletzt gar nicht mehr zum Vorschein, wenn jene noch erregt werden können, in welchen also die letzten Spuren des Lebens sich noch verrathen. Diese verschiedenen Zustände von Erregbarkeit, denen wenigstens bei demselben Thiere eben so verschiedene Grade derselben parallel laufen, haben ihren Sitz in den Nerven selbst, und zwar erfolgt das Absterben der Erregbarkeit in dem Nerven von seinem Centralende aus, so dass dieselbe, so wie sie überhaupt abnimmt, auch allmälig von dem ersten Zustande in den zweiten übergeht, und der Nerv einer irgend einige Zeit ausser Zusammenhang mit dem übrigen Körper befindlich gewesenen Extremität in seiner ganzen Länge gleichsam eine Scala der Erregbarkeiten darstellt, deren dermaliges Maximum, das eben damit auch dem ersten Zustande am nächsten liegt, und wohl gar dieser selbst seyn kann, in der peripherischen Ausbreitung der Nerven, und das dermalige Minimum, das als solches dem zweiten Zustande näher liegt, oder wohl gar dieser selbst ist, am Hirnende und alle Mittelgrade und Mittelzustände in regelmässiger Folge und Vertheilung zwischen diesen beiden Enden sich befinden. Der jedesmalige Zustand der Erregbarkeit selbst, der sich im Versuche zeigt, ist gleichsam das Mittel aller dieser verschiedenen Zustände und Stufen, die der ganze Nerv, oder das Stück, welches gerade in die Kette genommen wird, besitzt; und je nachdem man ein längeres oder kürzeres Stück näher dem Hirnende oder näher dem peripherischen Ende, indem man diesen aus den Muskeln, von denen er umhüllt ist, lospräparirt, in die Kette aufnimmt, je nachdem wird auch der Ausfall des Versuchs verschieden seyn. Dieser Gegensatz zwischen den Zuständen der Erregbarkeit soll sich nach Ritter bei näherer Ansicht der Versuche als ein *wahrer Gegensatz*

zwischen der Erregbarkeit der Flexoren und Extensoren anweisen. In der Dauer des ersten Zeitpunctes, den wir oben mit A bezeichnet haben, soll blos die Erregbarkeit der Flexoren in Anspruch genommen werden, die Zuckungen in Beugung der Gliedmaſsen bestehen, und der den Flexoren angemessene Reiz nur derjenige seyn, der mit der Schlieſsung der einen und mit der Trennung der andern Kette gegeben ist, welchen wir den negativen Reiz nennen können, und der nach Volta's Theorie, welche die Circulation blos einer el. Materie in der geschlossenen Kette annimmt, in einem in den Nerven von den peripherischen nach dem Centralende aufwärtsgehenden Strome bestehen würde. Ist der Zustand A durch die verschiedenen Mittelstände endlich in den Zustand E übergegangen, so sollen dann nur noch allein die Extensoren reagiren, und der ihnen angemessene, von dem ersteren durch den Namen des positiven zu unterscheidende, nach Volta's Theorie von dem abwärtsgehenden Strome abhängige Reiz mit der Schlieſsung der Kette bei umgekehrter Vertheilung der Metalle eintreten, und die Zuckung in reiner Streckung oder Ausdehnung der Gliedmaſsen bestehen. Auf den Mittelstufen sollen Zuckungen sowohl der Extensoren als auch der Flexoren erregt werden können. Die Flexoren-Erregbarkeit soll zuerst erlöschen, aus der Extensoren-Erregbarkeit die letzten Reactionen des Lebens hervorgehen. Diese beiden Erregbarkeiten sollen in sich selbst keiner Veränderung der Art nach fähig seyn, sondern einzig dem Grade nach Modificationen erleiden; heftige galv. Reize zerstören zuerst die Erregbarkeit der Flexoren, und verwandeln den ersten Zustand A mehr oder weniger schnell in den Zustand E. Daher ist zur Darstellung des ersten Zustandes die Anwendung der schwächeren galv. Reize, folglich schwacher Metalldifferenzen am angemessensten, wenn überhaupt ein hinlänglich hoher Grad von Erregbarkeit noch vorhanden ist. Eben wegen ihrer früher eintretenden Erschöpfbarkeit nennt Ritter diese Art der Erregbarkeit auch die beschränkte, bedingte, endliche, die Extensoren-Erregbarkeit hingegen die unbeschränkte, unbedingte, unendliche, weil sie keiner Erschöpfung (!) fähig ist, und es nur auf die Zunahme des Reizes ankommt, um immer wieder neue Erregung mit derselben hervorzubringen.

Ich habe bereits in einer Kritik der Abhandlung, in welcher Ritter die hier mitgetheilten Resultate aufgestellt

hat[1], mehrere Versuche angeführt, welche diesen Resultaten zu widersprechen scheinen, und seitdem durch neue Erfahrungen mich überzeugt, dafs hierbei noch manche andere von Ritter nicht beachtete Umstände mitwirken, die nicht unter die von ihm aufgestellten, allerdings sehr einfachen, Gesetze zu bringen sind. Zwar habe ich es im Allgemeinen bestätigt gefunden, dafs auf den sehr hohen, jedoch nicht häufig vorkommenden, Stufen der Erregbarkeit die Vertheilung der Metalle an Nerven und Muskeln gerade die entgegengesetzte Wirkung äufsert, wie auf den niedrigeren Stufen, dafs nämlich bei der negativen Bewaffnung des Nerven mit der Schliefsung der Kette, bei der positiven Bewaffnung desselben dagegen mit der Trennung der Kette die lebhafteren Zuckungen oder wohl gar ausschliefslich eintreten, während auf dem gewöhnlichen Stande der Erregbarkeit bei der ersten Art der Vertheilung vielmehr die Oeffnung der Kette allein oder doch die lebhafteren Zusammenziehungen giebt; doch schien mir dieses verschiedene Verhalten nicht allein von den verschiedenen Zuständen der Erregbarkeit, sondern auch von der Folge und Dauer in welcher der galvanische Reiz selbst angewandt wird, abzuhängen, und zwar nach dem Gesetze, dafs wenn ein bestimmter Reiz eine Zeit lang auf Muskeln eingewirkt hatte, dadurch die Erregbarkeit für diesen Reiz abgestumpft, und für den entgegengesetzten erhöht wurde. Nennen wir bei der Bewaffnung des Nerven mit dem negativen Metalle, der Muskeln mit dem positiven Metalle, den Reiz, welcher mit der Schliefsung einer Kette eintritt, den negativen, und denjenigen, welcher mit der Oeffnung der Kette eintritt, den positiven, so wird zwar auf der ersten Stufe der Reizbarkeit im ersten Augenblicke nur *jener* Zuckungen hervorbringen, *dieser* nicht; bleibt aber die Kette, bei negativer Bewaffnung des Nerven, nur eine kurze Zeit geschlossen, so werden unfehlbar die heftigsten Zuckungen im Augenblicke der Trennung eintreten, d. h. der positive Reiz wird sich nun auch sehr wirksam beweisen. Merkwürdig ist es hierbei, dafs diese Erhöhung der Reizbarkeit für den entgegengesetzten Reiz nicht auf gleiche Weise

1 Ueber und gegen den von Ritter in dem 3ten und 4ten Stücke des 2ten Bandes seiner Beiträge zur näheren Kenntnifs des Galvanismus aufgestellten Gegensatz zwischen Flexoren und Extensoren Nord. Archiv N. XIII. 8.

für den negativen Reiz durch vorhergegangene fortdauernde Einwirkung des positiven Reizes gilt. Bei der positiven Armatur des Nerven, und der negativen der Muskeln in einem solchen Zustande der Reizbarkeit, dafs die lebhaftesten Zuckungen im Augenblicke der Schliefsung und keine oder nur höchst schwache im Augenblicke der Trennung erfolgen, zeigt sich, wenn die erste Kette einige Zeit hindurch geschlossen gehalten wurde, keine stärkere Zuckung im Augenblicke der Trennung wie zuvor, oder mit anderen Worten, die Empfänglichkeit für den negativen Reiz scheint nicht zugenommen zu haben. Indefs erklärt sich diese Verschiedenheit einigermafsen dadurch, dafs in dem Zeitpuncte, wo bei der positiven Bewaffnung des Nerven die Schliefsungszuckung die stärkere oder alleinige ist, die Reizbarkeit überhaupt schon mehr gesunken ist, und der fortdauernd einwirkende positive Reiz als der überhaupt stärkere die Reizbarkeit noch ferner deprimirt, wovon das Nähere in der nächsten Nr. folgen wird.

Was nun aber die specifische Beziehung jener Reize auf die Flexoren und Extensoren betrifft, so widersprechen meine Versuche noch viel bestimmter den Behauptungen Ritter's, wenn gleich auch in dieser Hinsicht noch einige Dunkelheiten obwalten. Darin stimmen zwar meine Erfahrungen mit denen jenes Gelehrten überein, dafs die Einwirkung des galvanischen Reizes auf die Flexoren nur auf der ersten und höchsten Stufe der Reizbarkeit statt findet, dafs diese gewöhnlich schnell verschwindet, und die Reizbarkeit der Extensoren nach sehr kurzer Zeit das Uebergewicht erhält, weswegen es dann auch nur selten gelingt, in den Froschpräparaten Phänomene der Flexion wahrzunehmen, sondern beinahe in allen Fällen die Zuckungen auf gewaltsame Streckung und Verlängerung der absichtlich gebogenen Gliedmafsen zur geraden Linie durch die Thätigkeit der Extension hinwirken. Dagegen widersprechen meine Erfahrungen durchaus der Behauptung Ritter's, als wenn die Flexoren nur durch die eine Art des galvanischen Reizes, nämlich durch den negativen, die Extensoren dagegen nur durch den positiven in Thätigkeit gesetzt würden. Auch auf der höchsten Stufe der Erregbarkeit fand ich, wenn bei der negativen Bewaffnung des Nerven blofs im Augenblicke der Schliefsung, bei der positiven blofs im Augenblicke der Trennung die Zuckungen eintraten, wo nach Ritter blofs die Flexoren in Thätigkeit gesetzt

sollten, in den allermeisten Fällen blofs heftige Aus- der Gliedmafsen durch Zusammenziehung der Exten- und in den wenigen Fällen, in denen ich eine deutliche der Gliedmafsen durch die Wirkung der Flexoren beob- schien die Art des Reizes selbst keinen Antheil daran zu . Die hintern Extremitäten eines Frosches, welche nach Erscheinungen einen sehr hohen Grad von Erregbarkeit , indem schon durch das Herabfallen des Nerven mit daran hängenden Stückchen des Rückgrats auf eine Zink- sich die heftigsten Zuckungen erregen liefsen, und in bei negativer Bewaffnung des Nerven die Zuckungen nur blicke der Schliefsung eintraten, wurden in eine sol- schlossene Kette gebracht. Bei der Oeffnung derselben der heftigste Tetanus der Flexoren, die den Schen- warts zurückzogen und die deutlichste Beugung verur- . Die Kette wurde wieder geschlossen, nun trat viel- e bestimmteste Extension, heftige Ausstreckung der fsen ein, und als die Metalle abermals nach einem kur- schenraume von einander getrennt wurden, erfolgte die teste Flexion, indem die *tibia* an den Schenkel hinge- und beide aufwärts bewegt wurden. Bei einem andern , bei welchem der Nerv mit Kupfer, die Muskeln mit bewaffnet waren, zeigten sich im Augenblicke der Schlie- Zuckungen, die eine sehr bestimmte Ausdehnung und der Gliedmafsen verursachten, im Augenblicke der wirkten dagegen die Zuckungen deutlich auf Flexion, besondere zeigten sich in den innern Muskeln, den Ad- , deutliche Zusammenziehungen, welche den Schen- warts zogen. Nicht selten habe ich im Laufe der Ver- das Verhältnifs der Reizbarkeit gegen denselben Reiz verändern gesehen, so dafs der negative Reiz als der stär- wirkte, dann seine Wirksamkeit verlor, und nachdem ich positiven Reiz eine Zeitlang hatte einwirken lassen, von wirksam wurde. Es gilt übrigens auch für alle übrigen , selbst diejenigen, welche blofs aus thierischen Theilen sind, dafs bei einer gewissen Vertheilung der Ketten- die Schliefsungs-, bei einer andern die Trennungs- en die stärkeren sind, ohne allen Zweifel nach den- Gesetzen, nach welchen sich das Verhalten der in die- betrachteten Ketten aus zwei Metallen richtet.

51. Die geschlossenen galvanischen Ketten, in welche muskulöse Organe eingehen, zeigen in den meisten Fällen, besonders auf den niedrigeren Stufen der Erregbarkeit, eine so vollkommene Ruhe, dafs man dadurch in der ersten Epoche des Galvanismus verführt wurde anzunehmen, dafs die eigentliche galvanische Action nur auf den Augenblick der Schliefsung und Trennung der Kette eingeschränkt sey, während des Geschlossenseyns aber ein gewisser Zustand von Gleichgewicht eintrete. Ritter hat zuerst den vollständigen Beweis geliefert, dafs auch während des Geschlossenseyns der Kette eine fortdauernde Action statt findet, die sich durch höchst auffallende Modificationen der Reizbarkeit kund thut, und ich habe im Wesentlichen die von ihm aufgestellten Resultate durch oft wiederholte Versuche vollkommen bestätigt gefunden. Nach Verschiedenheit der Vertheilung der beiden Metalle an die Muskeln und Nerven wirken nämlich die geschlossenen Ketten entweder deprimirend oder exaltirend auf die Reizbarkeit. Bringt man ein Froschpräparat in eine geschlossene Kette, wo das positive Metall, also z. B. Zink, die Nervenarmatur, das negative Metall, also z. B. Kupfer, die Muskelarmatur bildet, und befindet sich die Erregbarkeit bereits auf derjenigen Stufe, dafs die stärkste oder alleinige Zuckung im Augenblicke der Schliefsung erfolgt, so scheint zwar nach geschehener Schliefsung und augenblicklicher Zuckung alles in Ruhe gekommen zu seyn, läfst man aber die Kette eine Zeitlang geschlossen, so zeigt die Froschextremität, verglichen mit einer andern, die ihrem natürlichen Absterben überlassen war, eine auffallende Verminderung der Reizbarkeit, die um so stärker ist, je länger das Präparat in der geschlossenen Kette gehalten wurde, und meistens kann man selbst die kräftigste Reizbarkeit durch Verweilen des Froschschenkels auch nur eine Viertelstunde hindurch in einer solchen geschlossenen Kette so weit herabstimmen, dafs auch die stärksten Reize nicht weiter mehr darauf einwirken. Einen ganz entgegengesetzten Effect zeigt die entgegengesetzte Kette, wenn nämlich das negative Metall, z. B. Kupfer, an den Nerven, das positive, z. B. Zink, an die Muskeln angebracht ist, und die Erregbarkeit sich gleichfalls auf derjenigen Stufe befindet, dafs die alleinige, oder wenigstens die stärkere Zuckung nicht im Augenblicke der Schliefsung, sondern der Trennung eintritt. Schliefst man in diesem Falle die Kette, so verändert sich, dem

...n Anscheine nach, gar nichts, hält man aber die Extremi-...e Zeitlang in einer solchen geschlossenen Kette, so ...selbe aus der Kette mit einer aufserordentlich erhöhten ...keit hervor, so dafs im Augenblicke der Oeffnung die ... in den stärksten Tetanus gerathen, der nicht selten ...Secunden, ja wohl gar eine ganze Minute hindurch fort-... Man kann durch eine solche geschlossene exaltirende ...Muskeln, die ganz reizlos geworden waren, gleichsam ...m Leben wieder erwecken, und zwar wiederholt, in-... die deprimirende und exaltirende geschlossene Kette ...als mit einander abwechseln läfst. Ich habe mich durch ...Versuche überzeugt, dafs eine solche exaltirende Kette ...s ein Erhöhungs-, sondern selbst ein Erhaltungsmittel ...barkeit ist, indem Extremitäten, die in solchen Ketten ...lassen bleiben, ihre Reizbarkeit länger behalten, als ...e sich selbst überlassen sind. Es ist hierbei merkwür-... gerade die Abwechselung deprimirender und exaltiren-...nschliefsungen die Wirksamkeit letzterer noch zu ver-...scheint. So hatte in einem meiner Versuche eine Frosch-...t, die in einer geschlossenen exaltirenden Kette aus ...nd Zink längere Zeit gehalten worden war, ihre Reiz-...ch endlich so weit verloren, dafs beim Oeffnen keine ...n weiter entstanden. Als der Nerv darauf mit Zink, ...ln mit Silber bewaffnet wurden, zeigten sich bei der ...g der Kette noch merkliche Zuckungen, und auch im ...ke der Trennung. In dieser geschlossenen Kette ...e Extremität eine Zeitlang erhalten, dann die Vertheil...r Metalle umgekehrt und die vorige exaltirende Kette ...hergestellt, die dann schon nach einigen Minuten ihre ...liche Wirksamkeit wieder zeigte, indem bei der Oeffnung ...e die Muskeln in den stärksten Tetanus geriethen. Diesen ...habe ich mehrmals beobachtet. Es ist ein überraschendes ...en, wie diese heftigen tetanischen Krämpfe, die die ...Ausspannung der Schwimmhaut, und Ausstreckung der ...fsen zur Folge haben, und die, wie bereits bemerkt ...rere Secunden hindurch fortdauern, im Augenblicke der ...sung aufhören, und die Muskeln in Erschlaffung zurück-..., so dafs also die Schliefsung, statt eine neue Action her-...rungen, vielmehr die vorhandene aufhebt und einen Ru-...nd bewirkt.

Ritter in Uebereinstimmung mit seiner Theorie der Flexoren- und Extensoren-Erregbarkeit behauptet, dafs jene geschlossenen exaltirenden und deprimirenden Ketten auf jener höchsten Stufe der Erregbarkeit A, auf welcher sich alles auf eine entgegengesetzte Weise wie auf der Stufe E, verhalten soll, gerade die entgegengesetzte Wirkung äufsern, dafs nämlich die exaltirende Kette hier vielmehr als eine deprimirende, die deprimirende als eine exaltirende wirke. Da auf jener höchsten Stufe die negative Bewaffnung des Nerven die Schliefsungszuckung, auf der niedrigeren Stufe dagegen die Trennungszuckung, die positive Bewaffnung in jenem Zustande die Trennungs- in diesem die Schliefsungszuckung geben, so würde daraus folgen, dafs überhaupt diejenige Kette, die durch ihre Schliefsung reizend wirkt, in jedem Falle als geschlossene deprimirend, diejenige, die im Augenblicke der Trennung den Reiz ausübt, als geschlossene jedesmal exaltirend wirke. Es ist sehr schwer, die Richtigkeit dieser Behauptung zu constatiren, da jene höheren Zustände der Erregbarkeit, in welcher bei der negativen Bewaffnung des Nerven blofs Schliefsungszuckungen, bei der positiven blofs Trennungszuckungen eintreten, sehr selten vorkommen. Meine eigenen Versuche gaben mir als Resultat, dafs wenn auf der höchsten Stufe der Erregbarkeit der Froschschenkel eine Zeitlang in einer geschlossenen galvanischen Kette gehalten wird, die auf der niedrigeren Stufe der Erregbarkeit als eine bestimmt exaltirende wirkt, die Exaltation wenigstens nicht so merklich ist, und sich auch nicht durch jene auffallenden Phänomene zu erkennen giebt; und umgekehrt die auf der niedrigeren Stufe der Erregbarkeit bestimmt deprimirende, auf der höchsten Stufe keinen solchen Einfluss merklich äufsert. So wurden, um von mehreren nur einen Versuch anzuführen, bei einer schnell präparirten Froschextremität der Nerv mit Silber, die Muskeln mit Zink bewaffnet. Blofs im Augenblicke der Schliefsung erfolgten Zuckungen, keine im Augenblicke der Trennung; die Kette wurde eine Viertelstunde hindurch geschlossen gehalten; es zeigten sich im Augenblicke der Trennung nur höchst schwache Zuckungen, nach einem Zwischenraume von einer halben Stunde Ruhe; wo bereits im Augenblicke der Trennung dieser Kette sich die lebhafteren Zuckungen zeigten, wurde dieselbe exaltirende Kette abermals versucht und nur einige Minuten geschlossen gehalten;

es offenbarte sich die aufserordentliche Höhe der Erregbarkeit durch den heftigsten Tetanus im Augenblicke der Trennung, und diese erhöhende Wirkung liefs sich anderthalb Stunden hindurch stets von neuem hervorbringen, wenn die Extremität in Zwischenzeiten der Ruhe überlassen war. Wenn umgekehrt ein solches sehr erregbares Froschpräparat in eine auf der niedrigen Stufe der Erregbarkeit bestimmt deprimirende Kette mit positiver Nervenarmatur gebracht, die jetzt im Augenblicke der Schliefsung keine oder nur eine höchst schwache Zuckung erregte, und in dieser geschlossenen Kette einige Minuten gehalten wurde, so traten nun vielmehr im Augenblicke der Trennung heftige Zuckungen ein, doch verlor sich diese Wirkung bald, und der gewöhnliche deprimirende Einfluſs kam zum Vorschein. Man kann diesen Versuch auch unter das oben aufgestellte Gesetz bringen, daſs die fortdauernde Einwirkung des einen, hier des positiven, Reizes die Muskeln für den entgegengesetzten, hier den negativen, empfänglicher mache, indeſs gilt dieses für diese beiden Reize in der angegebenen Weise nur auf den höchsten Stufen der Erregbarkeit, auf den niedrigeren hingegen nicht, dagegen wohl in der umgekehrten Ordnung.

Noch mehrere andere Erscheinungen als die angegebenen Modificationen der Erregbarkeit, beweisen die fortdauernde Action einer geschlossenen Kette. Ritter hat an verschiedenen Orten[1] Versuche dieser Art bekannt gemacht, deren genauere Angabe hier ganz überflüssig seyn würde, da diese Thatsache von so vielen andern Seiten her unerschütterlich fest begründet ist. Im Wesentlichen laufen diese Versuche darauf hinaus, daſs beim fortdauernden Geschlossenseyn wirksamer galvanischer Ketten, wenn sich keine Zuckungen zeigen, und alles zur Ruhe gekommen zu seyn scheint, diese Zuckungen wieder mehr oder weniger lebhaft zum Vorschein kommen, wenn von irgend einem Puncte der Kette aus zu einem andern (doch mit der nähern Bestimmung, daſs diese zwei Puncte nicht an einem und demselben Kettengliede, aus der ersten Classe genommen werden) eine neue leitende Verbindung durch einen trockenen oder feuchten Leiter der E. gemacht wird. Da die Einführung eines solchen Nebengliedes ohne Wirkung bleibt, wenn die geschlossene Kette an und für sich eine un-

1 Beweis u. s. w. S. 104 ff. Beiträge II. 217.

wirksame ist, so ergiebt sich schon hieraus, dafs diese Wirkung der neu in die Kette gebrachten Zu- oder Ableitung sich auf eine Action in der geschlossenen Kette selbst beziehen mufs, und nicht etwa für sich selbst eine Action hervorrufe, die dann als ein neuer Reiz wirken könnte. Noch ferner erhellet diese Beziehung auf eine in der geschlossenen Kette selbst fortdauernde Action daraus, dafs dieselbe Zu- oder Ableitung eine um so stärkere Wirkung ausübt, d. h. eine um so stärkere und länger dauernde Zusammenziehung erregt, je wirksamer die Kette an und für sich in ihrer Schliefsung oder Trennung sich beweist, vorzüglich aber daraus, dafs selbst ein einzelnes Glied einer solchen geschlossenen Kette allein dadurch eine Reizung ausübt, wenn dasselbe in irgend einem Puncte in eine neue Berührung mit sich selbst gebracht wird, wozu besonders die, durch die hierher gehörigen Figuren angedeuteten, Versuche interessante Belege geben, in denen durch Umbiegung und Umschlingung der Nerv, der sich bereits in der Kette befindet, in eine neue Berührung mit sich selbst gebracht wird, und in dem Augenblicke, dafs durch die neue Schliefsung eine Zu- oder Ableitung in die Kette eintritt, auch eine Zuckung zum Vorschein kommt.

Fig. 97, 98 u. 99.

In einzelnen Fällen thut sich die fortdauernde Action der Kette auch durch anhaltende Zuckungen während des Geschlossenseyns der Kette kund, besonders bei sehr reizbaren grofsen Individuen, wenn der Nerv positiv bewaffnet ist, ohne dafs etwa schnell vorübergehende Trennungen und darauf wieder eintretende Schliefsungen dabei im Spiele wären.

Aehnliche Versuche, wie an Froschpräparaten, wurden auch an Thieren aus allen übrigen Classen und zwar mit demselben Erfolge, so weit das Gebiet der Muskelreizbarkeit sich erstreckt, angestellt [1].

52. Von den bisher beschriebenen galvanischen Erscheinungen thierischer Ketten weichen, was die Bedingungen ihrer Entstehung betrifft, einige Erscheinungen ab, die sich bei der häufigen Anstellung solcher Versuche von Zeit zu Zeit dargeboten haben. Dahin gehören namentlich die Versuche v. Humboldt's über die Erregung von Zuckungen ohne eigentliche Kettenschliefsung und Ritter's pseudogalvanische Versuche.

---

1 Vergl. C. H. Pfaff über thier. El. und Reizbarkeit S. 112 ff. v. Humboldt an verschiedenen Orten seiner angezeigten Schrift.

v. Humboldt hatte den Cruralnerven eines sehr lebhaften Fro- Fig.
sches präparirt und ihn mit Zink armirt. Er wollte diese Ner- 100.
venarmatur M und den Schenkel mittelst einer andern Zink-
stange N vereinen, aber kaum waren die beiden Metalle in Be-
rührung, ohne dafs auch N sich nur den Muskeln oder dem
Nerven näherte, so erfolgten schon heftige Zusammenziehungen.
Dieser Versuch glückte eine gute Viertelstunde lang. Es war
hierbei gleichgültig, in welchem Puncte M durch N berührt
wurde; der Versuch glückte auch, N mochte mit der Hand oder
mittelst eines Griffes von Siegellack gehalten werden. Der Ver-
such wurde so abgeändert, dafs M mittelst eines dreizolligen
eisernen Drahtes mit einer andern Zinkstange P verbunden, und
nun diese allein von N berührt wurde, und augenblicklich ent-
standen lebhafte Zuckungen, die sich nach jeder Trennung und
Wiederberührung erneuerten[1]. Dafs nicht die Erschütterung
von M durch N die Zuckungen hervorrief, bewiesen die Ge-
genversuche, dafs die heftigsten Schläge mit Glas, Elfenbein,
Knochen, trockenem Ebenholz und Hornstein (sämmtlich Iso-
latoren oder doch sehr schlechte Leiter) keinen Reiz hervor-
brachten. Um jede auch noch so verborgene Zuleitung zwi-
schen N und dem Cruralnerven oder Froschschenkel zu verhüten,
wodurch dieser Versuch wieder unter das gewöhnliche Gesetz
einer geschlossenen Kette gefallen wäre, schob v. Humboldt
eine Glasplatte unter das Zink und eine zweite unter den Schen-
kel. Indem er nun Zink auf Zink fallen liefs, hielt eine zweite
ganz isolirte Person die Glasplatten sammt dem Schenkel in der
Luft in die Höhe. Die Muskularbewegungen schienen nun nur
noch convulsivischer zu werden. Durch anderweitige Abände-
rung wurde die Möglichkeit einer solchen Verbindung noch
ferner beseitigt. Merkwürdig war endlich noch der Versuch, Fig.
dafs als von zwei Schenkeln, an welchen dergleichen Versuche 101.
mit Erfolg angestellt worden waren, der eine Schenkel a an Er-
regbarkeit abgenommen hatte, und nun auf diese Weise unge-
reizt blieb, während das entfernte Metall N durch die erschüt-
ternde Berührung von M noch mächtig auf den Nerven b wirkte,
auch für a der Reiz augenblicklich wieder hergestellt wurde,
als a und b durch eine Zinkstange verbunden waren.

Das Resultat dieser und ähnlicher Versuche war, dafs die

1 a. a. O. S. 44 ff.

Reizung vorhanden ist, wenn nur die Bedingung statt findet, dafs das Metall, auf welchem der Nerv ruht, von einem andern ihm homogenen oder heterogenen Metalle erschütternd berührt wird. Doch scheint diese Erschütterung hierbei nur insofern bedingt zu seyn, dafs dadurch eine schnelle und innige Berührung zwischen den Metallstücken vermittelt wird, wie denn auch v. Humboldt [1] eine Erfahrung des Dr. Keutsch anführt, wo durch bloſse Berührung einer Zinkarmatur, auf welcher der lange heraus präparirte Ischiadnerv lag, mit einer Silbermünze in dem Schenkel die heftigsten und anhaltendsten Zuckungen entstanden. Alle diese Versuche beweisen nur die aufserordentliche Empfindlichkeit solcher Froschpräparate für den schwächsten elektrischen Reiz, der auch schon dann eintritt, wenn nicht gerade eine Kette geschlossen, sondern nur ein neues Glied zu der nach dem Schema der Linie geordneten Reihe der Körper hinzugefügt wird, wie weiter unten in der Theorie näher nachgewiesen werden soll.

Von anderer Art sind Ritter's pseudogalvanische Versuche [2], nach welchen die Erscheinungen vielmehr an den Augenblick der Schliefsung und Trennung einer Kette gebunden sind, oder von einer Action abhängen, die sich insofern von der ächten galvanischen Action unterscheidet, dafs jene auf den Augenblick der Schliefsung und Trennung selbst eingeschränkt bleibt und wesentlich an diesen gebunden ist, während die eigentliche galvanische Action die der geschlossenen Kette selbst ist, und fortdauert, so lange diese geschlossen bleibt. Das Wesentliche dieser pseudogalvanischen Versuche besteht nämlich darin, dafs auch in Fällen, wo die Ketten an und für sich ganz unwirksam sind, wenn sie als geschlossen betrachtet werden, doch eine Action eintritt, wenn die Ketten so geschlossen werden, dafs an der Stelle der Schliefsung heterogene Glieder mit einander in Berührung kommen, welche Action sich eben durch die in diesem Augenblicke eintretende Zuckung kund thut, während diese Action nicht statt findet, wenn die Schliefsung an zwei mit einander homogenen oder beinahe homogenen Stellen geschieht. Nie beobachtete Ritter Zuckungen, auch bei höchster Erregbarkeit, sobald, nachdem x oder y schon auf

1 In demselben Werke S. 487.

2 Gehler's Journ. VI. 431.

dem Zink z oder den Tropfen Wasser auf ihm auflag, y oder x mit der Feuchtigkeit an ihnen abermals blofs mit einem Tropfen Wasser, oder einer noch so dünnen Schicht Feuchtigkeit auf dem Zink in Berührung kam, also das Zink an einer nassen Stelle berührt wurde, stets aber nahm er sie wahr, sobald sich das Wasser oder die Feuchtigkeit w blofs am Nerven, an y oder x befand; das Zink also an einer trockenen Stelle berührt wurde. Stets war also Zuckung vorhanden, wenn mit w (dem Wassertropfen) und z geschlossen wurde, nie aber bei der Schliefsung mit w und n (Wasser und Nerv), wo das Ende n wegen seiner Feuchtigkeit einigermafsen als homogen mit w gelten konnte. In den meisten Fällen zuckte nur derjenige Schenkel, dessen Nerv so eben die Kette durch Berührung des Metalls an der trockenen Stelle geschlossen hatte (also z. B. b in Fig. 103.), doch zeigten sich hierin auch einige, jedoch seltene, Abweichungen, so dafs bisweilen der Schenkel a allein oder am stärksten zuckte, ohne dafs der Grund davon aufzufinden war. Auch kehrte sich das Verhalten beider Schenkel während der Dauer der Versuche bisweilen um, so dafs wenn erst b, mit dessen nassem Nerven geschlossen wurde, die lebhafteste Zuckung oder auch allein gegeben hatte, später a sich so verhielt. Diese Art von Kettenschliefsung war auch dann noch wirksam, wenn bereits eine gewöhnliche Kette aus Zinn oder Zink ohne Effect sich zeigte. Auch andere ähnliche Ketten, sobald die Schliefsung derselben mit homogenen Gliedern statt findet, sind ohne Wirkung, die aber sogleich eintritt, wenn die Schliefsung mit heterogenen Gliedern geschieht. Niemals erfolgt eine Zuckung, wenn man im Kreise von Ketten, die in zwei gleiche und ähnliche Hälften getheilt werden können, irgend ein Glied in zwei Theile theilt, oder statt des einen zwei ganz von derselben Art anwendet und mit ihnen die Kette schliefst, wie z. B. wenn man jedes die Nerven armirende z mit einem Tropfen oder mit einer Strecke von Wasser w versieht und beide w durch ein drittes w, einen dritten Tropfen Wasser u. s. w. verbindet, dagegen wird die Zuckung eintreten, wenn man den einen Tropfen entfernt und die Schliefsung an der trockenen Stelle des Zinks mit dem andern Tropfen geschieht. Diese und viele ähnliche Ketten sind zwar, sofern sie geschlossen sind, als unwirksame zu betrachten, sie äufsern auch weder eine exaltirende noch deprimirende Wirkung auf die Erregbarkeit, und doch ist mit dem

Fig. 102. Fig. 103. Fig. 104. Fig. 105.

Acte ihrer Schliefsung eine Thätigkeit gegeben, die durch das galvanische Verhalten der Kettenglieder auf einander zwar bedingt, aber doch von der während des Geschlossenseyns der Ketten fortdauernden Action ganz verschieden ist. Ich gestehe, dafs es mir selbst nie gelungen ist, unter den angegebenen Umständen Zuckungen zu erhalten, dagegen erfolgten bei nicht zu sehr gesunkener Erregbarkeit jedesmal lebhafte Zusammenziehungen, wenn der Nerv schon an einer Stelle mit dem Metalle in Berührung war, und an einer andern Stelle mit einem Wassertropfen, der auf demselben Metalle sich befand, die Kette geschlossen wurde, in welchem Falle die Heterogeneität zwischen der natürlichen Feuchtigkeit des Nerven und dem Wasser schon hinreichend war, eine wirksame Kette zu geben, deren Wirksamkeit dann aber nicht blofs auf den Act der Schliefsung eingeschränkt war; wie denn auch diese Kette als keine solche zu betrachten ist, die in zwei gleiche und ähnliche Hälften getheilt werden kann. Besonders gelangen diese Versuche bei Anwendung des Quecksilbers.

Was übrigens das von Ritter aufgestellte Erklärungsprincip für eine blofs auf den Augenblick der Schliefsung eingeschränkte Action, die nach dieser Schliefsung aufhören soll, betrifft, so werde ich in der Theorie darauf zurückkommen, doch mag hier die vorläufige Bemerkung gelten, dafs auch diese sogenannten pseudogalvanischen Versuche unter die Kategorie ächter galvanischer, von wirksamen geschlossenen Ketten abhängiger, gebracht werden können, wenn man erwägt, dafs zwischen den beiden durch Figur 104 und 105 dargestellten Versuche, wovon der erstere positiv, der zweite negativ ausfällt, der nicht wesentliche Unterschied statt findet, dafs in jenem die vor der Schliefsung mit dem Wassertropfen befeuchtete Stelle des Zinks bereits eine leichte Oxydation erlitten haben konnte, wodurch das Zink gleichsam mit dem Werthe eines doppelten Metalls, eines schwach oxydirten und eines noch vollkommen reinen metallischen Zinks auftritt, und demnach die Kette unter die Kategorie solcher fällt, die nicht in zwei gleiche und ähnliche Hälften getheilt werden können, während in dem zweiten Falle beide Stellen sich gleichmäfsig oxydiren konnten und mufsten, womit denn wieder eine Gleichheit beider Hälften der Kette eintrat.

54. Die galvanische Action äufsert sich nicht blofs als ein

wirksamer Reiz für die Nerven, welche zu den Muskeln gehen, sondern überhaupt für alle Nerven, und bringt dadurch Erscheinungen hervor, welche der eigenthümlichen Thätigkeit dieser Nerven und dem specifischen Reize selbst, welchen diese Action ausübt, gemäfs sind. Die merkwürdigsten Erscheinungen dieser Art sind die eigenthümlichen Empfindungen, welche dieser Reiz durch die Einwirkung auf die Nerven, sofern ihnen die Function der Empfindung übertragen ist, und also insbesondere auf die Nerven der verschiedenen Sinnenorgane ausübt. Im Allgemeinen gelten hierbei dieselben Gesetze, welche wir für die Erscheinung, Stärke, Art und Dauer der Zuckungen, so weit sie durch die verschiedenen Arten der Ketten bestimmt werden, aufgestellt haben, nur dafs die Versuche hier nicht dieselben bequemen Abänderungen zur Begründung dieser Gesetze in ihrem ganzen Umfange zulassen, weil die Empfindungen in jenen Organen sich nur unter der Bedingung, dafs sie mit dem Ganzen noch in ihrem organischen Zusammenhange stehen, erregen lassen. Diese Empfindungen sind nämlich eben so wie die Zuckungen an die Schliefsung einer Kette, oder an die Bildung eines Kreises aus verschiedenen Leitern gebunden, in welchen die Sinnesnerven entweder unmittelbar als Glieder eingehen, oder wenigstens durch andere Nerven eingreifen, mit denen sie in einer genauen Anastomose stehen; sie dauern gewöhnlich so lange fort, als die Kette geschlossen bleibt, doch zeigt sich auch hier in einigen Fällen ein merklicher Unterschied zwischen der Art der Erscheinung im Augenblicke der Schliefsung und während des Geschlossenseyns der Kette, auch hier zeigen sich vorzüglich die Ketten wirksam, in welche zwei heterogene, sich unmittelbar berührende, Metalle als Glieder eingehen, und zwar nach Verschiedenheit dieser beiden Glieder mit demselben Unterschiede in der Stärke der Empfindungen, wie sich derselbe bei den Versuchen mit den Muskeln ergeben hat, und mit einem ähnlichen Einflusse in der verschiedenen Art der Vertheilung des positiven und negativen Erregers, nur dafs hierbei der el. Gegensatz sich noch auffallender in einer Art von Gegensatz der Empfindungen ausspricht; auch hier zeigt sich gleichmäfsig die verschiedene Wirksamkeit der verschiedenen feuchten Erreger, die mit den verschiedenen trockenen Erregern in Wechselwirkung gebracht werden, derselbe Einflufs der verschiedenen Gröfse der Oberfläche, mit welcher die

trockenen Erreger mit den feuchten und also insbesond
den Organen selbst, in Berührung gebracht werden u. s. v

Was nun die einzelnen Sinnenorgane selbst betrifft,
wie bereits oben in der Geschichte des Galvanismus b
worden, viele Jahre vor der eigentlichen Entdeckung d
vanismus durch SULZER ein merkwürdiger Versuch üb
Einwirkung des galvanischen Reizes auf das Geschmack
bekannt gemacht worden, auf welchen VOLTA [1], v
scheint, ohne etwas von diesem früheren Versuche zu w
nach GALVANI's Entdeckung von neuem hingeleitet wur
dafs er ihn in seinen wahren Zusammenhang mit diese
scheinungen brachte. Wenn man von zwei verschiedene
tallen von Zink und Silber das erstere auf die obere Flä
Zunge gegen die Spitze zu, das letztere an den hinteren
dieses Organs oder an irgend einen mit einer dünnen und
ten Oberhaut versehenen Theil des Körpers, z. B. an den
men, das Zahnfleisch, die Lippen, die Nasenhöhle, das
die Augenlieder u. s. w. bringt oder auch blofs mit den n
machten Fingern hält, und beide unter einander oder i
grofser Entfernung mit einem Metalldrahte, welcher Art
verbindet, so wird sich, sofern hier erst nur von der
Zunge erregten Empfindung die Rede ist, im Augenblick
Schliefsung ein eigenthümlicher Geschmack zeigen, den ver
dene Personen verschieden bezeichnet haben, dem man al
schicklichsten mit VOLTA den Namen eines säuerlichen gie
eine grofse Aehnlichkeit mit demjenigen hat, welchen ei
sitiv elektrischer Feuerpinsel in der Zunge hervorruft, u
so lange fortdauert, als die Kette geschlossen bleibt. Kehr
die Ordnung der Metalle um, so dafs Silber an die Zu
spitze und Zink an einen jener anderen Theile gebracht
so wird ein ganz anderer Geschmack eintreten, der etwas
angenehmes und viele Aehnlichkeit mit demjenigen hat,
eine verdünnte alkalische Auflösung gewöhnlich giebt un
auch VOLTA sehr passend mit dem Namen eines scharfen,
henden, laugenhaften bezeichnete. Dieser Geschmack is
dafs weniger lebhaft als der saure, wie er denn auch wol
nicht bemerkt worden ist, z. B. von LE HOT [2], dagegen

1 S. Aloysi Galvani Abh. u. s. w. übers. von Mayer Vorrede
2 G. IX. 193.

sich bei Oeffnung dieser Kette der saure Geschmack deutlich ein, den dieser letzterwähnte Beobachter allein empfand, doch ist er schwächer als bei der zuerst angewandten Vertheilung der Metalle. Die unmittelbare Bewaffnung der Zungenspitze durch die Metalle ist nicht nöthig, woraus sich schon allein ergeben würde, dafs dieser Geschmack vom Metalle, als solchem, nicht abhängt. Taucht man die Zungenspitze in ein Glas voll Wasser, in welchem ein Blättchen von Zinn oder Silberpapier schwimmt, so wird sogleich der saure Geschmack empfunden, sobald der Griff eines silbernen Löffels, dessen erhabenen Theil man auf die Mitte oder den Hintertheil der Zunge legt, jenes Zinnblättchen berührt, und dauert in einem gleich lebhaften Grade so lange fort, als die Berührung unterhalten wird. Welche zwei trockene Erreger, die eine hinlänglich starke Action geben, um die Zungenspitze noch lebhaft zu rühren, man anwende, so wird stets der *säuerliche* Geschmack zum Vorschein kommen, wenn der positive von beiden die Zungenspitze und der negative irgend einen andern nahen oder entfernten Theil bewaffnet, der *alkalische* dagegen bei umgekehrter Vertheilung. Wenn das negative Metall auf dem Rücken der Zunge nach der Wurzel derselben, das positive näher an der Spitze sich befindet, so scheinen beide Arten von Geschmack zugleich empfunden zu werden, der alkalische nach hinten, der saure nach vorn. Wenn von zwei mit nassen Händen sich fassenden Personen, die eine das positive, die andere das negative auf der Zunge hat, so wird vom Augenblicke der Schliefsung dieses Kreises durch Berührung der Metalle unter einander die letztere den alkalischen, die erste den säuerlichen Geschmack haben. Es bedarf, um diese Geschmacksempfindung hervorzubringen, nicht gerade zweier heterogener Erreger der ersten Classe, sondern auch ein einzelner trockener Erreger ist dazu hinreichend, wenn nur aufser dem Organe selbst noch ein feuchter Erreger mit als Glied in die Kette eintritt, der durch seine Berührung mit dem trockenen Erreger eine hinlänglich starke galvanische Action bewirkt. Einen interessanten Versuch dieser Art gab Volta schon in der ersten Zeit dieser Entdeckung an[1]. Man fülle einen zinnernen Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch, oder besser mit mäfsig starker Lauge, fasse den Becher mit einer oder

1 Gren's N. J. III. 480.

beiden Händen, die man mit blofsem Wasser feucht gemac hat, und bringe die Spitze der Zunge mit der Flüssigkeit in B rührung, so wird man im Augenblicke des Contacts die Em pfindung von einem sauren Geschmack auf der Zunge erhalte im ersten Augenblicke ist dieser Geschmack sehr entschied sauer, bald nachher verwandelt er sich aber in einen dav verschiedenen, minder sauren, mehr salzigen und stechende bis er endlich scharf und alkalisch wird, so wie die Flüssigk mehr auf die Zunge wirkt. Dieser Versuch scheint zu bewe sen, dafs nicht die durch Zersetzung des Kochsalzes des Spe chels an dem positiven Metalle entbundene Säure, und das dem negativen Metalle frei gewordene Laugensalz den Geschma verursachen. Uebrigens spielt in diesem Versuche die alka sche Lauge die Rolle des positiven Metalls, wie dieselbe de auch nach den bereits oben (Nr. 25.) angegebenen Versuch mit dem Zinn starke positive Elektricität annimmt.

Eben so ausgezeichnet wie auf das Geschmacksorgan i die Einwirkung der einfachen galvanischen Kette auf das G sichtsorgan. Schon bei jener Art der Anstellung des G schmacksversuchs, wo das Auge selbst, oder ein durch sei Nerven mit denen des Auges in naher Verbindung stehend mit dünner Oberhaut versehener, feuchter Theil des Kopf wie die Nasenhöhle, der Gaumen, die innere Seite der Wang die spongiöse Substanz der Oberzähne u. s. w. mehr oder we ger Glieder der Kette sind, wird man bei der Schliefsung d Kette eine blitzähnliche Erscheinung gewahrwerden, di indefs ihre höchste Stärke nur dann hat, wenn das Au selbst in die Kette mit eingeht. Wenn zugleich beide Au gen oder beide Nasenhöhlen, die spongiöse Substanz d Oberzähne auf beiden Seiten, die innere Seite beider Wang mit zwei wirksamen Erregern bewaffnet und die Kette dur Berührung beider unter einander geschlossen wird, so erh man dasselbe Phänomen in beiden Augen. Auch hier hat di Art der Vertheilung der beiden Erreger Einfluss auf die Stär der Erscheinung. Der Blitz wird lebhafter seyn, wenn von de beiden Erregern der positive, also z. B. das Zink, das Aug unmittelbar oder einen jener mit dem Auge durch Nerven anastr mosirender Theile, der negative, also z. B. das Silber, eine entferntern Theil bewaffnet, als umgekehrt. Volta schei zuerst diese Einwirkung des Galvanismus auf das Auge beobach

tet zu haben. Er bewaffnete den Augapfel mit einem Blättchen Stanniol oder Silberpapier, brachte in den Mund eine Silbermünze oder einen silbernen Löffel, und die beiden Metallstücke mittelst zweier metallischer Spitzen in Berührung. Er wandte auch die mittelbare Bewaffnung des Auges durch Zwischenbringung eines nafsgemachten Polsters von Leinewand an, und erregte die Lichterscheinung und den sauren Geschmack zugleich, wenn er die Spitze der Zunge mit Zinn, das Polsterchen mit Silber bewaffnete, und die Kette dann schlofs [1]. Die auf diese Art erregte Gesichtsempfindung wurde von allen früheren Beobachtern bis auf Ritter im allgemeinen als ein blitzähnlicher und nur auf die Schliefsung der Kette beschränkter Schein beschrieben, ohne weitere Modificationen zu beachten. Dieser aufmerksame Beobachter dagegen hat noch folgende nähere Bestimmungen dieser Erscheinungen wahrzunehmen geglaubt [2]. Legt man eine Zinkplatte fest an den Augapfel, schliefst das Auge nicht, sondern hält es offen und stet, bewegt auch die Augenlieder nicht, und bringt dann eine Silberplatte oder Silbermünze, womit man die obere Fläche der Zunge belegt hat, ohne Zittern mit dem Zinke in unmittelbare Berührung, so entsteht in diesem Augenblicke ein Lichtschein, den man gewöhnlich einen Blitz nennt, der sich aber von einem wirklichen Blitze darin unterscheidet, dafs auf ihn nicht wieder die vorige Finsternifs folgt, sondern dafs man einen fortdauernden, nicht zitternden, nicht sich alle Augenblicke erneuernden Schein, eine Hellung im Auge behält, von der man weifs, dafs sie vorher nicht da war, und dafs dem so sey, davon überzeigt man sich noch weiter dadurch, wenn man mit fester Hand die beiden Metalle so trennt, dafs in der Trennung nur Aufhören des Contacts, nicht neue Berührung und Trennung enthalten ist, wo man alsdann bemerken wird, dafs der Zustand des Auges, in welchem es sich vor dem Versuche befand, wieder eintritt, und das Licht verschwunden ist, welches Lichtverschwinden dem eines Blitzes abermals sehr ähnlich ist, nur wird man bei rechter Sorgfalt nicht finden, dafs das plötzlich verschwindende Licht noch in diesem Augenblicke erst entstanden sey. Kommen, Bleiben, Verschwinden eines erhöhten Lichtzustandes des Au-

1 Volta's Schriften über thier. El. 1795. Vorrede S. 5.

2 Beweis u. s. w. S. 88. ff.

ges sind demnach die der Schliefsung, dem Geschlos-
und der Trennung des Kreises correspondirende Phäno-
Bringt man dagegen mit Beobachtung der nämlichen Vo-
wie vorher beim Zink angegeben ist, das Silber an die
piel, und die Zinkplatte an die Zunge, und beide auf ei-
Art in Verbindung, so erfolgt gerade das Umgekehrte
gen Versuche), in dem Augenblicke der Schliefsung
bemerkt man zwar gleichfalls eine blitzähnliche Er-
aber sie ist ganz gleich derjenigen, die man im vorigen V
bei der Trennung wahrnahm; es schwindet nämlich ein
tem Licht, die vorher gar nicht gesehen zu haben
von deren Gegenwart vor dem Versuche man aber jetzt
ihrem eintretenden Mangel überzeugt wird, das Auge
einen dunklern Zustand versetzt, es wird finsterer, nicht
relative Finsternifs hält so lange an, als die Kette
schlossen bleibt; trennt man die Metalle wieder, so stellt sich
mit der Zustand des Auges vor dem Versuche wieder
Finsternifs verschwindet, es tritt eine Hellung an
und man weifs, dafs sie ganz derjenigen gleiche, welche
der Anstellung des Versuchs im Auge war, deren man sich
dort, wegen ihrer Gleichförmigkeit nicht unmittelbar
war. In diesem Versuche correspondiren also Kommen
len und Schwinden eines erniedrigten Lichtzustandes
ges der Schliefsung, dem Geschlossenseyn und der Tren
der Kette. Diese beiden Zustände beziehen sich demnach
eine fortdauernde mittlere Lichttemperatur im Auge, die
einen Falle erhöht, in dem andern vermindert wird.
diesem Gegensatze in der Lichttemperatur nach Maafsgab
Vertheilung der beiden Metalle glaubte Ritter bei sei-
der später angestellten Versuche mit der Säule auch einen
Gegensatz in der Farbe des Lichtscheines selbst beobach-
haben, sofern nämlich der mit der positiven Einwirkung
das Auge eintretende Blitz sich durch eine blaue Farbe
tersiren soll, welche auch der fortdauernden Helligkeit we-
des Geschlossenseyns zukomme, und im Augenblicke der
nung mit einer röthlichen wechsele, während bei umgeke
negativer Einwirkung auf das Auge ein röthlicher Blitz er
und die damit verbundene relative Verfinsterung durch
blauen Blitz verschwinde. Ich konnte bei Anstellung dieser
suche nie so bestimmte Resultate erhalten, und wenn

wirklich in dem Auge Erscheinungen vorkommen, die einen ähnlichen Gegensatz andeuten, wie wir ihn schon bei den Muskeln und noch entschiedener bei dem Geschmacksorgane angetroffen haben, so wird es doch sehr schwer seyn, mit einem so beweglichen Organe diese Erscheinungen in ihrer ganzen Bestimmtheit aufzufassen und bei der so mannigfaltigen Verschiedenheit der Reizempfänglichkeit und des Farbensinnes der Augen verschiedener Beobachter wird wohl schwerlich eine Uebereinstimmung in ihren Aussagen in dieser Hinsicht statt finden, wie ja selbst über die Art der Geschmacksempfindung die Angaben verschiedener Beobachter sehr abweichend ausfallen. Auf das Geruchs- und Gehörs-Organ bleibt die Einwirkung der einfachen galvanischen Kette ohne merklichen Erfolg, sofern nämlich von Erregung der diesen Sinnen zukommenden specifischen Empfindungen die Rede ist. Bringt man indefs ein etliche Zoll langes, einige Linien breites und dickes, gut abgerundetes Stück Reifsblei so tief als es ohne Gefahr geschehen kann, in die eine Nasenhöhle und drückt es sachte an die Nasenscheidewand an, in die andere auf gleiche Weise ein ähnliches Stück Zink, und verbindet beide mit einem Stücke Zink oder einem beliebigen Stücke Metall, doch so, dafs nach Schliefsung der Kette dieselbe einige Zeit ungestört geschlossen bleibt, so sieht man im Augenblicke der Schliefsung einen mäfsigen Lichtwechsel vor beiden Augen, und zwar den positiven (?) in dem, was sich mit dem Reifsblei auf einer Seite des Kopfes befindet, aber zugleich empfindet man einen heftigen Schlag auf die Scheidewand an den Endpuncten beider Erreger, und man glaubt eine Zuckung in dem Innern der Nase zu bemerken; auf der Seite, wo das Zink anliegt, ist der Schlag mehr druckartig, und scheint gleichsam von dieser auszugehen, da aber, wo das Reifsblei anliegt, verwandelt er sich in ein sehr empfindliches Stechen, welches so lange fortdauert, als die Kette geschlossen bleibt; zugleich zeigt sich ein Hang zum Niesen, welches auch wohl nach längerer Fortsetzung des Versuchs eintritt. Fowler wollte die Empfindung einer unangenehmen Kopferschütterung bei der Armirung beider äufseren Gehörorgane durch Zink und Silber gehabt haben. Ritter fühlte nur eine mäfsig stechende Empfindung in den innern Theilen des Ohrs, deren Beginnen von einer sich über den Kopf verbreitenden Welle sanften Drucks begleitet zu seyn schien.

Auf das Gemeingefühl wirkt der Galvanismus, indem in empfindlichen Theilen, die als Glieder in die Kette eingehen, wenn sie unmittelbar bewaffnet sind, wie z. B. in den Lippen, Gaumen, im Anus, in der Urethra, eigenthümliche stechende, brennende oder drückende Empfindungen hervorgebracht werden, die sich zu jenen angeführten eigenthümlichen Sinnesempfindungen noch hinzugesellen. Dabei charakterisirt sich die Einwirkung des positiven Metalls mehr durch ein brennend stechendes, die des negativen durch ein drückendes Gefühl. Besonders erleiden Wunden mancherlei Art bei schicklicher Bewaffnung die auffallendsten Schmerzen. v. Humboldt machte sich absichtlich Hautwunden auf der Schulter und dem Rücken durch spanische Fliegenpflaster, und armirte sie mit Zink und Silber. Bei der Schliefsung der Kette fühlte er ein heftiges schmerzhaftes Pochen, der Musculus cucullatus schwoll heftig auf, so dafs sich seine Zuckungen aufwärts bis ans Hinterhauptbein und die Stachelfortsätze der Rückenwirbelbeine fortpflanzten. Eine Berührung mit Silber gab 3 - 4 Schläge, die deutlich unterschieden wurden. Die in der rechten Schulter durch die starke Reizung häufig herbeigelockte lymphatisch-seröse Feuchtigkeit war roth gefärbt, und wie bei bösartigen Geschwüren so scharf geworden, dafs sie, wo sie den Rücken hinablief, denselben in Striemen entzündete[1]. Michaelis fühlte bei Wiederholung dieser Versuche die schmerzhaften Empfindungen nur in der Nähe der Wunde, wo der negative Erreger, also das Gold oder die Kohle, nie wo das Zink lag[2].

Von der arzneilichen Anwendung dieses kräftigen Reizmittels wird noch weiter unten die Rede seyn.

B Theoretische Betrachtungen.

55. In der ersten Periode des Galvanismus, als die Erscheinungen, welche derselbe in der Sphäre des Lebens hervorruft, ausschliefslich die Aufmerksamkeit der Physiker beschäftigten, und diese auch nur allein bekannt waren, war es nicht zu ver-

---

1 Gren's N. J. IV. 119. Ueber die gereizte M. und N. faser. I. 197.

2 Ebend. IV. S. 47.

andern, dafs man geneigter war, den ganzen Vorgang mehr als einen physiologischen denn als einen physikalischen zu betrachten, und so erklären sich jene früheren Theorien Galvani's, Valli's, Aldini's, v. Humboldt's, Fowler's u. a., die, da ihre Unrichtigkeit jetzt allgemein anerkannt ist, weder eine umständliche Darstellung verdienen, noch viel weniger eine Widerlegung erfordern. Galvani kam schon mit einem grossen Vorurtheile für eine den Thieren eigenthümliche E. an die wahren Ursache ihrer lebendigen Bewegungen zu diesen Erscheinungen, und so erklärt es sich leicht, wie er dieselben zu Gunsten seiner früheren Hypothese deuten, und die Erklärung derselben dieser gemäfs auffassen mufste, da der Antheil der E. an diesen Erscheinungen sich dem ersten Blicke schon aufdringen mufste. Nach ihm sollten die Nerven die Organe seyn, welchen die den Thieren eigenthümliche E. vorzüglich wirkt, und durch welche sie dem ganzen Körper mitgetheilt wird, so wie das Gehirn das wichtigste Absonderungsorgan derselben. Die innere Substanz der Nerven, wahrscheinlich die dünnste Lymphe, nahm er an, sey mit Leitungsfähigkeit für diese E. begabt, und mache daher die freie und schnelle Bewegung derselben durch die Nerven möglich; zugleich verhindere aber der feine Ueberzug der Nerven die Zerstreuung dieser E. und erlaube eine Anhäufung. Die vorzüglichsten Behälter dieser thierischen E. seyen die Muskeln; sie stellen gleichsam eine Leidner Flasche vor, und zwar sey ihre äufsere Oberfläche negativ, in ihrem Innern dagegen sey die E. angehäuft; dieses also positiv. Der Nerv sey der Conductor dieser Flasche, welcher neben den Muskeln die E. verache. Der Mechanismus aller Bewegungen bestehe kurz darin, dafs die el. Flüssigkeit aus dem Innern der Muskeln in die Nerven derselben gezogen und verzehrt werde, und dafs sie nun aus diesen auf die äufsere Oberfläche der Muskeln überströme, folglich jede Zusammenziehung gleichsam durch eine Entladung der muskulösen Leidnerflasche bedingt sey, indem die auf das Aeufsere der Muskeln überströmende E. auf die reizbaren Muskelfasern einen Reiz ausübe. In den neu entdeckten Erscheinungen glaubte Galvani die entscheidendsten Beweise für diese Theorie und zugleich in dieser die befriedigendste Erklärung jener zu finden. Indefs war diese Theorie ganz unvermögend, von den damals schon bekannten Bedingungen und den Abänderungen jener Erschei-

nungen nach Verschiedenheit der äufseren Umstände, wie unter anderen von dem Einflusse der Verschiedenheit der beiden Metalle auf die Stärke der Zuckungen, von der Zulänglichkeit der bloßen Bewaffnung der Nerven mit den beiden Erregern u. s. w. u. s. w. gehörige Rechenschaft zu geben, und nur die Annahme der E. als Ursache derselben war nicht verfehlt.

Ganz andere Ansprüche auf Beifall konnte die von dem berühmten Alex. v. Humboldt im Jahre 1797 aufgestellte Theorie dieser Erscheinungen machen, da sie von den besonderen Bedingungen derselben eine auf Analogie mit der Wirkungsart bekannter Kräfte gestützte, gröfstentheils genügende Rechenschaft gab, und durch viele neue Versuche unterstützt wurde. Daß dem ohngeachtet dieser scharfsinnige Naturforscher doch nur einen Irrthum geistreich ausschmückte und die rechte Bahn verfehlte, auf welcher Volta damals schon so grofse, dem deutschen Physiker nicht unbekannt gebliebene, Fortschritte gemacht hatte, und den elektrischen Charakter dieser Erscheinungen leugnete, läßt sich nur aus so manchen anscheinenden Anomalien, mit denen hier die E. auftritt, begreifen, unter welche Anomalien vorzüglich der Umstand gehörte, daß sie die ihr sonst so wesentlich zukommende Eigenschaft, durch Anziehung und Abstofsung nach aufsen zu wirken, nicht offenbarte, auch das hier wirksame Agens in seiner Leitung durch die Körper andere Verhältnisse zu zeigen schien, als die gewöhnliche E. So sollte dieses Agens durch Knochen, Lichtflamme und Rauch, heifses Glas und den luftverdünnten Raum vollkommen isolirt werden, welche sämmtlich gute Leiter der E. sind. Dann glaubt auch v. Humboldt, die Volta'sche Theorie von einer im Kreislaufe bewegten E. und die Nothwendigkeit einer geschlossenen Kette durch jene Versuche ohne Kette (Nr. 52) vollkommen widerlegt. Endlich fand er in allen seinen Versuchen eine so nahe Verwandtschaft zwischen der Ursache dieser Erscheinungen und der Lebenskraft selbst, daß er dadurch bewogen wurde, dem diesen Erscheinungen zum Grunde liegenden Agens selbst einen solchen höheren Charakter beizulegen. Er nahm daher ein eigenes *galvanisches Fluidum* an, das zusammengesetzt seyn könne, wie die E., auch mit dieser in naher Verwandtschaft stehe, ohne jedoch mit ihr gleichartig zu seyn, z. B. wie Blut und Milch, so daß die Frage, ob das galvanische Fluidum eine Modification des elektrischen sey, nicht mehr Sinn

zu haben scheine, als die, ob Salpeter eine Art Kochsalz sey. Dieses galv. Fluidum, das den eigentlichen Reiz für die irritable Faser ausmacht, sollte die Kraft besitzen, auch aus der Ferne auf die Nerven zu wirken, wofür v. Humboldt folgende sonderbare Erfahrungen als Belege anführt. Als er nämlich in einem Falle 3 — 4 Cubiklinien frisches Muskelfleisch auf eine Nervenarmatur aus Zink gelegt hatte, so bemerkte er die Zukkungen nicht blofs bei der unmittelbaren Berührung des Muskelfleisches mit einem gelinden Excitator, welcher mit seinem andern Ende auf dem Schenkel ruhte, sondern auch indem er mit dem andern Ende des Excitators nur ¼ Par. Linien von dem Muskelfleisch entfernt blieb. Wurde eine dünne Glasscheibe zwischen das Muskelstück und Metall so gehalten, dafs sie keines von beiden berührte, so fand der Reiz nicht weiter statt, der aber sogleich mit Hinwegnahme der Glasplatte wieder eintrat. Während des Experiments vergingen wohl 10 — 12 Minuten. Dabei zeigte sich, dafs, je öfter der Versuch wiederholt, je häufiger die Zusammenziehungen erregt wurden, desto mehr er sich mit dem Ende des metallischen Excitators dem Muskelfleische nähern mufste. Wenn bei einem Abstande von einer Linie keine Zuckungen eintraten, so erschienen sie wieder heftig bei einem Abstande von einer halben Linie oder bei einem noch geringeren. Neue Stücke Muskelfleisch aus demselben Froschschenkel, aus welchem jenes genommen worden war, zeigten sich dagegen ohne alle Wirkung. Derselbe Versuch gelang ihm noch ein zweitesmal bei einem Frosche, welchen er aus dem Winterschlafe durch Stubenwärme erweckt hatte. Der Cruralnerv lag auf Zink und auf diesem ein Stück frisches Muskelfleisch von demselben Individuum, und der gebrauchte Excitator war von Silber. Die Figur zeigt in den punctirten Linien um das Muskelfleisch anschaulich, wie sich der Wirkungskreis desselben bei der Fortsetzung der Versuche allmählig zusammenzog, und der Excitator von Silber a mit seinem einem Schenkel von ¼ Linien Abstand an allmälig dem Muskelfleische mehr genähret werden mufste, bis endlich unmittelbare Berührung erforderlich war. Von mehreren anderen Stücken aus dem Schenkel desselben Individuums war nur noch eins, welches auf diese Art aus der Entfernung wirkte. Eine ähnliche sensible (erregbare) Atmosphäre wie um das Muskelfleisch will v. Humboldt bei sehr erregbaren Fröschen auch um die Nerven beobachtet

Fig. 106.

haben[1], womit gleichsam eine Action des galvanischen Reizes ohne eigentliche Kettenschliefsung gegeben wäre. Durchschnitt er nämlich den so weit als möglich aus dem Schenkel präparirten Crural-nerven etwa 2 Linien oberhalb seiner Insertion in die Fig. 107. Schenkelmuskeln und entfernte beide Nervenstücke auf einer recht trockenen Glasplatte etwa ½ Linien von einander, wobei alle Vorsicht angewandt wurde, dafs in diesem Zwischenraume sich durchaus nichts von herausgequollenem Nervenmarke oder sonstiger Feuchtigkeit befand, so entstanden Zusammenziehungen, als die Armatur M durch einen heterogenen metallischen Leiter mit c d oder auch selbst mit a b verbunden wurde. Es war hierbei auch gar nicht nöthig, dafs die Schnittflächen c und b sich einander gegenüberstanden; sie entstanden auch, wenn c der Seitenfläche des Nervenstücks a b irgendwo auf ½ Linien Entfernung genähert wurde. So wie die Erregbarkeit der Organe abnahm, war die Berührung von a b nicht mehr hinreichend zur Erregung der Zusammenziehungen, sondern c d mufste selbst von dem Excitator, der mit der Armatur M in Verbindung stand, berührt werden, und bei allmälig sinkender Erregbarkeit mufste das untere Nervenende c dem obern b näher gebracht, und der Abstand, nach und nach auf 0 reducirt werden. Bei manchen Individuen betrug das Maximum dieser sensibeln Atmosphäre nur ½ Linie, und die gröfste Dauer, während welcher diese Versuche gelangen, 5.—8 Minuten. Das sonderbarste hierbei ist, dafs es eben nicht nöthig seyn soll, dafs a b und c d Theile eines Nerven sind, indem der Versuch eben so gelang, wenn a b von den andern Schenkelnerven entweder desselben oder eines gleichartigen Frosches genommen ward, ja selbst dann, wenn die Nervenstücke der Rana esculenta und der Kröte und die der Rana temporaria und Lacertagilis einander gegenüber gelegt wurden; doch nicht zwischen den Nerven warmblütiger Thiere gegen die der kaltblütigen. Wenn man bei sehr reizbaren Organen die Nervenenden a b und c d durch untergelegte Glasröhren dergestalt erhöhte, dafs ihre Schnittflächen b und c ½ Linien weit aus einander in freier Luft abstanden, und man eine dünne Glasscheibe e f dergestalt zwischen dieselben brachte, dafs sie weder b noch c berührte, so wurden die Muskelbewegungen, die vorher durch Verbindung von M und d

1 a. a. O. S. 215.

mittelst eines Excitators erregt werden konnten, dadurch sogleich verhindert; kamen aber wieder zum Vorschein, wenn diese Scheite von Glas entfernt, oder mit einer von Metall vertauscht wurde. Aus allen diesen Erfahrungen zog v. Humboldt den Schluss, dass die belebte sensible Faser eine Kraft besitze, eine reizende Atmosphäre um sich zu verbreiten, die mit dem Sinken des Lebens selbst sich zusammenzieht und dass dasjenige, was aus dem Nervenstücke ausströmt und das entfernte reizt, nichts gasförmiges sey, sondern in seinen Wirkungen mehr mit den strahlenden Flüssigkeiten übereinkommen, folgerte er namentlich daraus, dass eine zwischengebrachte Metallplatte die Wirkung nicht aufhebt.

Beimischung des galvanischen Fluidums zu den Elementen der Muskelfaser veranlasst nach v. Humboldt diese Elemente, ihre Lage zu verändern, und jede Contraction ist Folge eines veränderten chemischen Mischungszustandes. In der Erregung der willkürlichen Bewegungen geht ein chemischer Proceſs in den Nerven vor, durch welchen mehr galv. Fluidum plötzlich abgeschieden, oder in die Nerven geleitet wird. Der Entladung der Nerven folgt daher fibröse Erschütterung, durch welche das zugeleitete galv. Fluidum entweder gebunden oder verflüchtigt wird, worauf die Elemente der Muskelfaser wieder in ihre vorige Lage treten; d. h. die Turgescenz aufhört. Nach diesen Prämissen erklärt nun v. Humboldt die besondern galvanischen Erscheinungen auf folgende Weise. Wenn ein Theil des Nerven frei heraus präparirt ist, so wird in dem von der Luft umgebenen Theile des Nerven eine gröſsere Anhäufung von galv. Fluidum statt finden, als in dem, welcher vom Muskelfleische umgeben ist, weil bei gleich starker Absonderung desselben in beiden Theilen in letzterem durch die leitende Muskelsubstanz mehr zerstreut wird, als durch die isolirende Luft. Bringt man daher nun die Muskeln in unmittelbare Berührung mit dem entblöſsten Nerven, so muſs eine Entladung als Folge der ungleichen Ladung entstehen. Daraus erklärt sich denn auch, warum dieser Versuch etwas später nach der Präparation nicht gelingt, weil bei dem organischen Zusammenhange des entblöſsten Theils des Nerven mit dem unentblöſsten und den Muskeln die Ueberladung bald aufhören wird, indem der stärker geladene Theil dem schwächer geladenen nach und nach und von selbst abgiebt, auch nicht, wenn der Nerv nicht frei

herauspräparirt, sondern von leitenden Stoffen umgeben ist, wo keine Ueberladung statt finden kann, weil allen Organen gleichviel, von den leitenden Medien entzogen wird, und endlich, warum er nicht gelingt, wenn sich die Muskeln von dem entblöfsten Theile des Nerven nur in einer geringen Entfernung befinden, weil sich das Gleichgewicht um so früher von selbst herstellt, je näher sich die Theile sind.

Die Wirkungsart der durch ihren Eintritt in die Kette die Reizung bestimmenden fremden Glieder reducirt v. Humboldt im Allgemeinen darauf, dafs sie, indem sie dem überströmenden Fluidum Hindernisse in den Weg legen, die Kraft desselben beim *plötzlichen Durchbruche* verstärken, in welcher Hinsicht sich v. Humboldt auf analoge Erscheinungen bezieht, wenn sich z. B. frei liegendes Schiefspulver durch den elektrischen Schlag nicht leicht entzündet, wenn die el. Materie durch vollkommene Leiter in das Pulver geleitet wird, die Explosion aber sogleich erfolgt, wenn die Leitung durch Halbleiter unterbrochen wird. Ist daher die Erregbarkeit der Organe so weit gesunken, dafs ein unmittelbarer Contact unten diesen keine Zuckungen hervorbringt, so mufs das galvanische Fluidum durch thierische Stoffe vom Nerven in die Muskeln geleitet werden, um Contractionen zu erregen. Ist dieses Hindernifs zu schwach, so mufs ihm ein gröfseres entgegengestellt werden. Man bedient sich dann, da das galv. Fluidum als thierische Flüssigkeit leichter durch thierische Stoffe, als durch Metalle strömt, eines oder mehrerer homogener Metalle. Ist auch bei diesen das Hindernifs und damit der Durchbruch zu schwach, so wird die Anlegung heterogener Metalle erforderlich. Kurz die Kraft wirkt immer um so stärker, je gröfser das Hindernifs ist, je mehr Flüssigkeit sich in dem Leiter anhäuft, und je stärker der Durchbruch erfolgt. Da die Leiter am Nerven und Muskel oft gleichzeitig anliegen, so entstehen dadurch zwei Ströme. Das galv. Fluidum strebt eben sowohl aus dem Muskel als aus dem Nerven die Leitung zu durchbrechen; findet es von beiden Seiten gleiche Hindernisse, so werden sich die durchgehenden Ströme in der Mitte der Leitung begegnen und sich zurückdrängen. Aehnliche mechanische Verhältnisse der Leitung und Strömung geben auch einen scheinbaren Erklärungsgrund für jenen interessanten Versuch Volta's, wo keine Zuckungen entstehen, wenn das Fröschpräparat mit den Muskeln in dem einen Glase,

mit den Nerven und dem anhängenden Theile des Rückgrats in einem andern Glase sich befindet, und ein metallischer Bogen die Leitung zwischen beiden macht, wenn er an beiden Enden mit einer gleichen Säure benetzt ist die sogleich eintreten, wenn verschiedenartige Säuren genommen werden, so wie auch der den Einfluss der Vertheilungsart der Metalle in die Nerven und Muskeln, und ob die Kette vom Nerven oder den Muskeln ausgeschlossen wird u. s. w. u. s. w. auf die Stärke der Zuckungen. Auch begreife man, dass die eigene el. Ladung, in welcher sich alle Metalle befinden, dass ihre Temperatur und chemische Affinität, und besonders der el. Process, welcher bei Verdampfung von tropfbaren Flüssigkeiten entsteht (wodurch v. Humboldt den Einfluss seines sogenannten Hauchversuchs, von dem weiter unten noch die Rede seyn wird, erklärt glaubt,) die Hindernisse mannigfaltig modificiren, welche das galv. Fluidum bei seinem Durchströmen durch die Leitung findet.

Man erkennt in dieser gedrängten Darstellung einige Aehnlichkeit mit Volta's Theorie, die sich jedoch zu ihr, wie die hellleuchtende Sonne zur Morgendämmerung verhält, und in deren Darlegung auch die gründlichste Widerlegung derselben liegt. Auch Fowler leugnete die el. Natur dieser Erscheinungen, und bezeichnete die Ursache derselben mit dem allgemeinen Namen einer Influenz, deren Quelle er in den Blutgefäßen annahm und somit in die Sphäre des Lebens verwies. Indefs habe ich schon in der frühesten Periode des Galvanismus die Unhaltbarkeit der Einwürfe Fowler's gegen die el. Natur des hierbei wirksamen Agens nachgewiesen[1], die jetzt vollends nicht mehr in Betracht kommen.

56. Volta hat sich das unsterbliche Verdienst erworben, gleich vom Anfange an diese Erscheinungen aus einem Gesichtspuncte aufgefafst zu haben, durch welchen sich ein einfaches durchgreifendes Erklärungsprincip für dieselben ergab, das im Fortgange seiner Forschungen von diesem scharfsinnigen Physiker zu immer gröfserer Klarheit und umfassender Anwendbarkeit entwickelt wurde, auf jeden neuen Probe, auf die es gebracht ward, sich immer von neuem bewährte, und in der fruchtbarsten Entdeckung am Schlusse des vorigen Jahrhunderts, derjenigen der Säule, die gleichsam aus ihm hervorging, sich

1 Ueber th. El. und Reizb. S. 370.

vollends verherrliche. Wenn auch diese Theorie in den neuesten Zeiten vielfältig angegriffen worden ist, und gerade da am wenigsten befriedigend erscheint, wo von ihr mit Recht gefordert wird, den tieferen Zusammenhang des Galvanismus mit andern grofsen Naturerscheinungen, insbesondere mit dem chemischen Processe, in ein helleres Licht zu setzen, so bleibt sie doch immer ein vortreffliches Schema, um sich mit Hülfe desselben in den mannigfaltigsten Verwickelungen leicht zu orientiren, und will man auch die Art, wie Volta den verborgenen Vorgang dieses regsten Lebens der Natur aufgefafst hat, nur als ein blofses Gleichnifs gelten lassen, so kann man mit Recht fragen, ob wir jene, sich in die Tiefe der Natur zurückziehenden, gleichsam nicht rein dynamischen Vorgänge, uns überhaupt anders verdeutlichen können, als in Gleichnissen mit den Vorgängen der allen unsern Sinnen und insbesondere unserm Tast- und Gefühlssinnen unmittelbar unterworfene Materien, die in ihrer räumlichen Bestimmtheit der mathematischen Construction am sichersten unterworfen werden können.

Um die Hauptsätze dieser Theorie zu entwickeln, fasse ich sie in der gröfsten Vollendung auf, die sie nach der Erfindung der Säule, welche allem Schwankenden in Rücksicht auf die wahre Natur des hierbei thätigen Agens ein Ende machte, gewonnen, wobei ich indefs die ausführlichere Auseinandersetzung der Theorie in Volta's früheren Aufsätzen, die sich auf die einfache Kette bezogen, gehörig benutzen werde, womit sich denn von selbst ihre Anwendung auf die specielle Erklärung der Hauptclassen von Erscheinungen darbieten wird. Da Volta ein Anhänger der Franklin'schen Theorie ist, so trägt auch seine Theorie des Galvanismus diese Gestalt an sich, in welcher sie demnach auch hier mitzutheilen ist; doch werde ich im Fortgange Gelegenheit haben, sie in die Sprache des Dualismus zu übersetzen, und aus diesen Erscheinungen selbst neue Beweise für die Richtigkeit der dualistischen Ansicht abzuleiten.

I. Nach Volta wirken alle Körper, welche in Folge der blofsen Berührung el. Erscheinungen zeigen, die vorher nicht vorhanden waren, kurz alle Erreger des Galvanismus durch eine eigenthümliche Kraft auf einander, durch welche das bisher zwischen ihnen bestandene el. Gleichgewicht aufgehoben, die E. in dem einen, demjenigen nämlich, der im Contact mit dem andern positiv el. auftritt, angehäuft, und in dem andern,

dem negativ el. werdenden, um eben soviel vermindert wird. Diese Kraft hat für jedes Paar von Körpern eine bestimmte Grenze, welche durch den Grad der el. Spannung, die jeder derselben durch diese Berührung annimmt, angezeigt wird. Diese Kraft nennt Volta eine Kraft der Impulsion[1], oder des Antriebes von einem zum andern, weil sich nur nach dieser Analogie das Verhalten der E. in den beiden Körpern begreifen lasse. Er erklärt sich ausdrücklich dagegen, diese Anhäufung der E. in dem einen Körper als eine Folge etwa einer gröfseren Anziehung oder Capacität des positiv el. werdenden für dieses Fluidum anzusehen, weil dadurch die irrige Idee herbeigeführt würde, als wenn dieser Körper die E., die in ihm bis auf einen gewissen Grad angehäuft ist, zurückzuhalten strebte[2]. Vielmehr strebt die in dem positiv el. gewordenen Körper angehäufte E. mit dem Grade der Spannung, welche durch den Versuch mit dem Condensator auszumitteln ist, (Nr. 4—9), und welche er für das Zink in Berührung mit dem Silber auf $\frac{1}{10}$° seines Strohhalmelektrometers bestimmt (wodurch zugleich das Maafs der stattfindenden Impulsion gegeben ist), nach allen Seiten sich wieder auszugleichen, oder nach aufsen sich zu ergiefsen, und an andere Körper überzugehen, nur nicht gegen die Richtung, in welcher der Impuls statt findet, d. h. nach der Berührungsfläche zwischen den beiden Körpern, die auf diese Weise durch Impulsion auf einander wirken. Auf gleiche Weise strebt der negativ el. gewordene Körper in einem Grade, welcher durch seine negative Spannung angezeigt wird, seinen Mangel wieder auszugleichen, und das Quantum von E., welches er abgegeben hat, wieder an sich zu ziehen, nur nicht von der Seite her, nach welcher er das el. Fluidum angetrieben hat, d. h. von seiner Berührungsfläche mit dem andern Körper aus. So verdienen also alle die Körper, welche auf solche Weise auf das el. Fluidum wirken, es erregen und antreiben, den Namen von *Elektromotoren*, vor allem aber die metallischen Körper, welchen diese Kraft vorzugsweise vor andern zukommt; und was wir den *Spannungsunterschied* zwischen je zwei solchen galv. auf einander wirkenden Körpern nannten, ist in allen Fällen das Maafs der Kraft, mit welcher sie auf einander

1 Vgl. G. IX. 380. X. 425.

2 Ebend. XII. 498.

wirken, und das el. Gleichgewicht stören, in Folge welcher Störung der eine + der andere — el. wird und je grösser der Spannungsunterschied ist, von dem für sie alle gemeinschaftlichen 0 ausgegangen, um so grösser ist auch der Grad der Impulsion, mit welchen der negativ werdende Körper auf den positiv werdenden einwirkt.

Die entgegengesetzten E., mit denen je zwei Körper in Folge ihrer wechselseitigen Berührung auftreten, weit entfernt sich wechselseitig zu binden oder latent zu machen, wie dieses der Fall seyn würde, wenn hier blofs diejenigen Kräfte wirkten, von welcher die gewöhnlichen el. Erscheinungen abhängen (also im Sinne der dualistischen Theorie die anziehenden Kräfte, die sie gegen einander ausüben) streben also vielmehr von den Berührungsflächen, an denen dieser ganze Proceſs statt findet, aus einander, und eben hierin liegt das Neue und Eigenthümliche jener freylich nicht weiter abzuleitenden und auf keine andere zu reducirenden Kraft, welche man die galvanische nennen muſs, da jener Quelle alle die Erscheinungen entströmen, welche das Gebiet des Galvanismus ausmachen.

II. Werden die galvanisch auf einander wirkenden Körper nach dem Schema der Linie aneinander gereiht, so daſs sie an beiden Enden, oder wenigstens an dem einen Ende, mit Nichtleiter der E. in Berührung stehen, so bleibt die Wirkung derselben auf einander auf blofse Spannungssetzung eingeschränkt und es tritt jedesmal ein Zustand von Gleichgewicht oder Ruhe ein, der so lange fortdauert, als in der Aneinanderreihung dieser Körper keine Aenderung vorgenommen wird. Die Ausgleichung der Impulsionen der verschiedenen Körper gegen einander bestimmt in diesem Falle den relativen Zustand der Positivität, Negativität und el. Indifferenz der einzelnen Körper, und man kann den Proceſs, welchen sie unter diesen Umständen mit einander eingehen, in gewissem Betrachte einen el. Ladungsproceſs nennen. Sind die beiden Endglieder einer solchen Reihe von Körpern isolirt, so können diese Endglieder eben so verschiedene el. Erregungszustände zeigen, als die Art und Folge der zwischen ihnen befindlichen Körper verschieden ist. Sie können beide zugleich positiv, beide negativ, der eine positiv, und der andere negativ, endlich beide 0 el. ausfallen; und dasselbe gilt auch für je zwei in dieser Reihe selbst an einander grenzende Körper. Der el. Zustand aller dieser Kör-

per wird sich jedesmal nach dem Gesetze bestimmt haben s. dafs die Summe aller positiven und negativen Elektricitäten zusammen 0 giebt, da sie aus diesem 0 hervorgegangen sind, der dem ganzen Quantum der angehäuften, oder positiven, E. ein gleiches Quantum verminderter oder negativer E. entsprechen mufs, indem die Anhäufung in dem einen oder in mehreren Körpern der Reihe nur auf Unkosten der E. des einen oder mehrerer anderer derselben Reihe erfolgt ist und b. dafs der el. Spannungsunterschied zwischen je zwei an einander grenzenden Körpern, in welchem el. Werthe der einzelnen Factoren er auch, mit Rücksicht auf die Wirkung sämmtlicher Körper der Reihe aufeinander, auftreten mag, doch niemals von demjenigen abweicht, den sie schon an und für sich in der wechselseitigen Berührung mit einander geben. Sind blofs Erreger der ersten Classe an einander gereiht, so folgt zwar unmittelbar aus dem Gesetze der Spannungsreihe der Nr. 19 und der daraus abgeleiteten Folgerung der Nr. 23, dafs die beiden Endglieder einer solchen Reihe, in welcher Ordnung sie sich auf einander folgen, keinen andern *Spannungsunterschied* in Beziehung aufeinander zeigen, als welchen sie bei der unmittelbaren Berührung unter einander gegeben haben würden; es würde aber ein Mifsverständnifs dieser Folgerung seyn, wenn man daraus einen in jedem Falle statt findenden 0. el. Zustand der beiden Endglieder, diese als homogen angenommen, ableiten wollte, indem hier nur von demselben Spannungsunterschiede, nicht aber von der el. Erregung, welche die Körper zu zwei mit einander geben, die Rede ist. Eine Zinkplatte zwischen zwei gleich grofsen Kupferplatten wird beide in gleichen el. Zustand versetzen, d. h. beide werden $-\frac{1}{2}$ geworden seyn, das Zink $+\frac{1}{2}$, wenn wir den Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer $=1$ setzen; eben so wird eine Kupferplatte zwei Zinkplatten, zwischen denen sie sich befindet, auf $+\frac{1}{2}$ bringen, sie selbst $-\frac{1}{2}$ geworden seyn. In beiden Fällen ist der Spannungsunterschied zwischen den beiden Endgliedern derselbe, wie wenn sie sich unmittelbar berührt hätten, er ist nämlich $= 0$, aber die el. Erregung ist darum eine ganz andere, als die durch ihre unmittelbare Berührung gegebene, die gleichfalls 0 ist. Würden drei Platten Zink mit zwei Platten Kupfer, oder umgekehrt drei Platten Kupfer mit zwei Platten Zink abwechseln, so würden wir in dem einen Falle $-\frac{1}{4}C + \frac{1}{4}Z - \frac{1}{4}C + \frac{1}{4}Z - \frac{1}{4}C$ in dem zweiten

Falle dieselben Werthe, nur mit entgegengesetzten Zeichen, haben. Einen Fall, wo beide Endglieder mit 0 auftreten, würde z. B. die Aufeinanderfolge von Zinn, Zink, Kupfer, Kupfer, Zinn, alle in gleich grofsen Platten angewandt geben, wo der Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Zinn = 1 angenommen, für den hierbei immer zum Grunde liegenden Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer = 1 die el. Zustände sich folgendermafsen verhalten würden:

0 St. + ½ Z — ½ C — ½ C 0 St.

Man sieht aus allen diesen Beispielen, die statt unzähliger anderer dienen können, dafs es stets zwei Kräfte sind, welche sich wechselseitig beschränken und den el. Zustand der aneinander gereihten Körper bestimmen, einerseits die galv. Kraft, welche das el. Gleichgewicht stört, anderseits die Kraft der E. in allen mit einander in Berührung stehenden Leitern, sich auszugleichen, die jener Störung eine bestimmte Grenze für je zwei in unmittelbare Berührung stehende Körper setzt, welche diese Störung oder die Verschiedenheit ihres el. Zustandes nach einer unwandelbaren Regel nicht überschreiten kann, der el. Zustand dieser Körper mag übrigens seyn, welcher er wolle. Ist das eine Endglied einer Reihe von galv. auf einander wirkenden Körpern mit dem Erdboden verbunden, so wird dieses stets als im 0 el. Zustande befindlich angenommen, sofern man hierbei von der schwachen galv. Wirkung des Erdbodens selbst abstrahirt, das andere Endglied kann dann gleichfalls 0, positiv oder negativ ausfallen, nach Mafsgabe der Aufeinanderfolge der an einander gereihten Körper, und immer wird sich nach den beiden oben angegebenen Regeln dieser Spannungszustand, so wie derjenige jedes in der Reihe befindlichen Körpers, als eine arithmetische Aufgabe leicht bestimmen lassen, wenn nur erst die Spannung, welche alle diese Körper, je zwei und zwei mit einander in Contact gebracht, geben, durch Versuche ausgemittelt ist.

Es erklärt sich nun auch leicht der Einfluss der verschiedenen Umstände auf den Ausfall der Versuche mit dem Condensator, die eben auch nur auf Spannungssetzung hinwirken, indem hierbei die Körper nach dem Schema der Linie an einander gereiht sind. Ist die Condensatorplatte z. B. von Zink, und das Kupfer, womit dieselbe berührt wird, isolirt, so hat die Ladung des Condensators sehr bald ihre Grenze in der anwach-

senden Negativität des Kupfers, und die Anhäufung der E. in dem Zinke, oder die freie positive Spannung, wird um so geringer ausfallen, je gröfser die Capacität des Condensators ist. Wird dagegen das Kupfer ableitend berührt, und kann es eben damit seinen Mangel immer wieder aus dem Erdboden ersetzen, so wird in dem Zinke das Maximum von Spannung oder von Anhäufung von E. sich einstellen können, da das Kupfer nur durch 0 entgegen wirkt, und diese Spannung wird nach Aufhebung der obern Platte des Condensators, nach Mafsgabe der condensirenden Kraft desselben, gesteigert erscheinen. Das Kupfer wird in diesem Falle gleichsam zu einem unerschütterlichen Quell von E. bis zu dem bestimmten Spannungsunterschiede zwischen ihm und dem Zinke, dessen freier E. ein Verhältnifs der Capacität des Condensators latent entspricht, die sich sogleich als freie offenbart, sobald die Bedingungen nicht mehr wirken, unter welchen diese E. gebunden wurde. Ist die Condensatorplatte von Kupfer, so kann bei ableitender Berührung des Zinks das Kupfer in dem Verhältnisse mehr abgeben, in welchem sein Mangel durch die Entgegenwirkung der oberen Platte latent gemacht wird, und auch hier wird der im Verhältnisse der condensirenden Kraft des Condensators gesteigerte Mangel, oder die erhöhete Negativität, zum Vorschein kommen, wenn die obere Platte aufgehoben wird. Ruht eine Zinkplatte einerseits auf Kupfer und berührt andererseits eine Condensatorplatte von Kupfer, so kann das Zink die in ihm von dem untern Kupfer aus angehäufte E. der Condensatorplatte nicht abgeben, weil dise eben so stark durch Impulsion entgegenwirkt, als die untere Kupferplatte in der Richtung gegen die Condensatorplatte, und diese kann daher nicht aus ihrem 0 Zustande heraustreten, indem dieser vielmehr durch das mit dem untern Kupfer + 1 gewordene Zink gefordert wird; bringt man aber einen feuchten Zwischenleiter zwischen die Condensatorplatte und das Zink, der keinen oder nur einen nicht im Betracht kommenden Impuls dieser Art ausübt, so wird das Zink seinen Ueberfluss so lange abgeben, und so lange von dem untern Kupfer, welches in Verbindung mit dem Erdboden zu einem unerschöpflichen Quell wird, wieder erhalten, bis die Condensatorplatte dieselbe freie Spannung wie das Zink hat, welche es im Verhältnifs der Capacität des Condensators im Quantum latenter E. entsprechen wird, das mit voller freier Spannung auftritt, so-

bald die obere Platte aufgehoben wird, und also im Verhältnis der condensirenden Kraft des Condensators die Spannung des Zinks gesteigert zeigt. Auf ähnliche Art erklären sich alle übrigen Verhältnisse jener Versuche befriedigend.

III. Vermöge der Aufeinanderwirkung der nach dem Schema der Linie an einander gereihten Körper findet, wie auch aus der Erklärung der Versuche mit dem Condensator hervorgeht, eine Strömung von E. statt, welche aber in jedem Falle schnell ihr Ziel erreicht, und aufhört, sobald sich alle Körper mit einander ins Gleichgewicht gesetzt haben, und die jedem angemessene el. Erregung eingetreten ist, die dann unverändert bleibt, so lange keine Aenderung vorgenommen wird. Jede Hinzufügung eines neuen Körpers zu der bereits gebildeten Reihe verändert aber jedesmal wieder den vorher statt gehabten Zustand des Gleichgewichts in der ganzen Reihe dieser Körper; es wird also die E. abermals in der ganzen Reihe der Körper in Bewegung gesetzt, und diese Strömung, durch welche ein neuer Zustand der Anhäufung und Entziehung der E. in den Körpern bis zur Herstellung eines neuen Gleichgewichts herbeigeführt wird, kann dann durch gewisse anderweitige, doch immer nur momentane Veränderungen in diesen einzelnen Kettengliedern sich offenbaren, wovon namentlich die Zuckungen einen Beleg geben, die nach Nr. 52 entstehen, wenn das Metall, auf welchem der Nerv eines präparirten Froschschenkels liegt, blofs mit einem andern Metalle berührt wird ohne dafs hierbei eine Schliefsung der Kette vorgeht, indem diese, wenn auch noch so schwache und schnell vorübergehende el. Strömung auf sehr erregbare Organe doch noch einen hinlänglich starken Reiz ausüben kann. Jenes berührende Metall kann eben sowohl ein homogenes als ein heterogenes seyn, denn wenn gleich im ersten Falle keine Störung des bestehenden Gleichgewichts durch eine galvanische Wirkung beider Metalle auf einander statt findet, so erfolgt sie doch dadurch, dafs das eine Metall mit dem andern sich in ein el. Gleichgewicht setzt, d. h. das Metall, auf welchem der Nerv liegt, seine Positivität oder Negativität mit dem neu hinzukommenden Metalle theilt, dadurch von seiner freien + oder − Spannung verliert, die dann durch die Aufeinanderwirkung der übrigen Glieder bis zum Puncte eines neuen Gleichgewichts hergestellt wird, was ohne Strömung der E. durch den Nerven, als das nächst angrenzende Glied, nicht möglich ist. Je schnel-

ler dieser Procefs vor sich geht, um so schneller wird die Strömung, um so stärker der Reiz seyn, und so erklärt sich denn auch die Vermehrung des Reizes durch das Herabfallen des einen Metalls auf das andere, womit die schnellere und innigere Berührung in mehreren Puncten, und damit eine raschere Ausgleichung gegeben ist, ohne dafs jedoch diese Erschütterung eine nothwendige Bedingung wäre. Man übersieht auch leicht, dafs unter gewissen Umständen ein homogenes Metall sogar einen stärkern Reiz ausüben könnte, als ein heterogenes.

IV. Dieser Zustand des Gleichgewichts und der relativen Ruhe, zu welchem die nach dem Schema der Linie an einander gereihten Körper jedesmal gelangen müssen, hört auf, wenn sie zur Figur geschlossen werden, und die Bedingungen von der Art sind, dafs die Schliefsung eine wirksame Kette giebt. Die bei einer solchen Schliefsung eintretende, im engeren Sinne sogenannte galvanische Action, besteht in einer fortdauernden Strömung, in einem wahren Kreislaufe der E. durch die Glieder der Kette hindurch, und ist in allen Fällen eine Folge eben jener Impulsionen, vermöge deren in den galvanischen auf einander wirkenden Körpern die E. aufgeregt, in den einen angehäuft, in der andern vermindert worden ist, und alle anderweitige Veränderungen, welche die Kettenglieder während des Geschlossenseyns erleiden, alle Erscheinungen, die in der geschlossenen Kette vorgehen, wie sie von Nr. 33 bis 53. ausführlich abgehandelt wurden, sind nichts anderes als die Wirkungen jener el. Strömung, jenes Kreislaufes, als ihrer nächsten unmittelbaren Ursache, deren Gepräge sie an sich tragen, durch das sie schon allein das Daseyn eines solchen Kreislaufes beweisen würden, wenn auch nicht die Nothwendigkeit eines solchen aus den vorangegangenen Prämissen sich von selbst ergäbe.

V. Die allgemeine Regel, nach welcher bestimmt werden kann, ob eine Kettenschliefsung eine wirksame ist oder nicht, d. h. ob mit dieser ein während des Geschlossenseyns der Kette selbst unaufhörlich fortdauernder el. Kreislauf eintreten werde oder nicht, ergiebt sich aus der näheren Erwägung jener in der Berührung der Körper unter einander wirksamen Kräfte und der Gesetze, nach welchen sie wirken. Jede Kette wird eine wirksame seyn, in welcher von einem der Berührungspuncte zweier Kettenglieder ausgegangen, die Summe der Impulsionen,

durch welche die E. von dem einen Körper nach dem ander in Bewegung gesetzt, angehäuft, gespannt, und zur Strömun angetrieben wird, nach der einen Seite hin gröſser ist, als nac der entgegengesetzten, und die Lebhaftigkeit der Strömun wird zunächst abhängen von dem Unterschiede der beiderseiti gen Arten von Impulsionen, und zwar wird sie nach der Seit hin geschehen, nach welcher das Uebergewicht statt findet jede Kette wird dagegen eine unwirksame seyn, in welcher vo beiden Seiten einander gleiche Impulsionen entgegen wirke und sich eben darum aufheben und dadurch jede wirklich Strömung verhindern, so wie auch diejenigen, in welchen di Bedingungen zum Durchströmen der E. anderweitig fehlen, i welchen gewisse Hindernisse der Fortleitung der nach der eine oder andern Seite angetriebenen E. entgegenwirken. Volta ha schon in der ersten Periode des Galvanismus in seinem zweiten Schreiben an Gren [1] und in seinen beiden Schreiben an Vassalli diese Erklärung durch die mannichfaltigsten Typen, nach welchen die Ketten gebildet seyn können, in ein sehr helles Licht gesetzt, doch waren es in jenem Zeitpuncte immer nu Ketten, in welche muskulöse Organe eingingen, die durch da Eintreten und Ausbleiben der Zuckungen, so wie durch die Stärke derselben, das Daseyn und den Grund der Wirksamkeit einer Kette verriethen; dagegen ist in der neuesten Zeit mi mehr Vortheil die Magnetnadel als Reagens für die Wirksamkeit der geschlossenen Ketten gebraucht worden.

Dem obigen Erklärungsprincipe zufolge sind demnach unwirksame Ketten oder solche, in welchen es nicht zum el Kreislaufe kommt,

1. alle Ketten, welche blofs aus zwei Gliedern bestehen, sie seyen nun blofs aus Erregern einer Classe oder zweier Classen gebildet, weil die in den beiden Berührungspuncten gegebenen Impulsionen bei der Gleichheit der beiden Glieder einander gleich und entgegengesetzt sind, wie aus den Figuren anschaulich ist, wo die Pfeile die Richtung des Stromes oder der Impulsion anzeigen, die stets von demjenigen Körper, welcher in Berührung mit dem andern negativ el. wird, nach demjenigen hingeht, welcher selbst positiv wird; Fig. 108. u. 109.

2. alle Ketten, welche blofs aus Erregern der ersten Class

1 Dessen neues J. III. 107.

…den, in welcher Zahl und Ordnung sie auch mit einander …wechseln mögen, weil sie sich nach dem Gesetze der Span…reihe der Erreger der ersten Classe als gleichbedeutend …Ketten aus blofs zwei Gliedern betrachten lassen. Da näm… aus jenem Gesetze, folgt, dafs zwei solche Körper der er… Classe einerlei Spannungsunterschied zeigen, oder dieselbe …ken auf einander ausüben, ob sie in unmittelbarer Berüh…, sich mit einander befinden oder eine beliebige Anzahl …er der ersten Classe und in beliebiger Ordnung zwischen …liegen, so kann man in Beziehung auf je zwei Glieder, …deren Berührung unter einander die Schliefsung geschieht, …übrigen zwischenliegenden Glieder gleichsam als nicht vor… betrachten, womit dann abermals zwei einander gleiche …gleich entgegengesetzte Impulsionen in den zwei Berüh…stellen, nämlich der unmittelbaren und der durch Zwi…glieder vermittelten, gegeben sind. Dasselbe Resultat er… auch, wenn man die Impulsionen in den verschiede… Berührungsstellen einzeln in Betracht zieht; immer wird sich …, dafs die Summe aller Impulsionen nach der einen Seite …ist der Summe aller Impulsionen nach der entgegenge… Seite.

3. Aus demselben Grunde müssen auch alle symmetrischen …n. oder diejenigen, welche durch irgend einen Schnitt in …gleiche und ähnliche Hälften, was die Zahl und Aufeinander… der Glieder betrifft, getheilt werden können, unwirksame …, weil auf beiden Seiten wegen der gleichen Beschaffenheit …Berührungsflächen die Summe der Impulsionen dieselbe seyn …, welche durch ihre entgegengesetzte Richtung gegen ein… sich aufheben, weswegen es dann zu keiner Strömung …men kann.

Alle übrigen Ketten, die nicht unter eine dieser Kategorien …ht werden können, sind dagegen wirksame, also nament…lich a. die Ketten aus wenigstens drei gemischten Gliedern …Classen von Erregern und also aa. diejenigen, welche …zwei Erregern der ersten Classe und aus einem Erreger der …ten Classe bestehen, wo die Impulsion in der Berührungs… der beiden ersten Glieder beinahe in allen Fällen die ihr …gegenstehende Summe oder den Unterschied der Impulsio… in den beiden Berührungsstellen mit dem feuchten Erreger …trifft, und die Richtung der Strömung bestimmt; bb. die-

jenigen aus einem Erreger der ersten Classe und zwei Erregern der zweiten Classe, wo die Impulsion in der Berührungsstelle des einen feuchten Erregers mit dem trockenen Erreger gewöhnlich die überwiegende ist. b. Die Ketten aus wenigstens drei Erregern der zweiten Classe, in welchen eben, weil sie keine solche Spannungsreihe, wie die trockenen Erreger, bilden, die Impulsion in irgend einem Berührungspuncte nicht gleich seyn kann der ihr entgegenstehenden Summe oder dem ihr entgegenstehenden Unterschiede der Impulsionen in den beiden andern Berührungspuncten. c. Die Ketten endlich aus mehr als drei Gliedern beider Classen oder der zweiten allein, bei welcher durch die Einführung eines jeden neuen Gliedes in die Kette statt des einen Berührungspunctes zwei neue eingeführt werden, deren Impulsionen unter der Bedingung, dafs die Kette dadurch keine symmetrische werde, mit ihrer Summe, wenn sie in gleicher Richtung gehen, oder mit ihrem Unterschiede, wenn sie einander entgegengesetzt sind, die vorher statt gehabte Strömung zwar modificiren aber nicht aufheben.

VI. Die Stärke des el. Stromes oder die Quantität von E., die in einer gegebenen Zeit durch die Glieder der Kette im Kreislaufe sich bewegt, mufs sich im Sinne dieser Theorie und den auch hier gültigen Gesetzen der Leitung gemäfs richten:

a. Nach der Gröfse der Total-Impulsion, die in der Richtung statt findet, nach welcher die Strömung vor sich geht. Da der Spannungsunterschied je zweier galvanisch auf einander einwirkender Körper die Gröfse der Impulsion, mit welcher der negative auf den positiven einwirkt, anzeigt, und zum Mafsstabe dafür dient, so hat man nur jedesmal die Spannungsunterschiede in den verschiedenen Berührungsstellen, vorausgesetzt, dafs sie in Beziehung auf irgend einen solchen, wie z. B. der zwischen Zink und Kupfer als Einheit angenommen, ihrer Gröfse nach bestimmt sind, mit gleicher relativer Lage (nämlich rechts oder links liegend) des positiven Gliedes zu summiren und beide Summen von einander abzuziehen, um die Stärke der Impulsion, welche die Strömung bestimmt, und eben damit die Stärke der Strömung selbst, so weit sie von diesem Umstande abhängt, auszumitteln.

b. Nach der Vollkommenheit der Leitung, welche in der Kette statt findet, und welche im geraden Verhältnisse der Gröfse der Berührungsfläche der feuchten Leiter mit den trockenen

und unter sich, und im ungeahnten der Ausdehnung derselben steht, und sich aufserdem nach dem Leitungsvermögen der einzelnen Kettenglieder an und für sich und in ihrer Aneinanderreihung an einander, sofern diese nicht ohne Einfluss ist, richtet.

VII. Mit der Annahme eines solchen und so bestimmten fortdauernden el. Kreislaufes stimmen alle Vorgänge in der Kette nach VOLTA vollkommen überein, wofür gleichsam als ein experimentum crucis der Umstand spricht, dass ein künstlich erregter el. Strom, an dessen Wirklichkeit nach der Art das Experiment anzustellen, auf keine Weise gezweifelt werden kann, unter ähnlichen Umständen ganz gleiche Erscheinungen hervorbringt. Was zuerst die Erscheinungen in Ketten aus thierischen Theilen betrifft, so hat VOLTA in seiner ersten Abhandlung über die thierische E. diese Uebereinstimmung sehr klar nachgewiesen. Die E. zeigt sich als der wirksamste Reiz der Muskeln, wann sie durch die Nerven derselben und nur durch diese strömt, ohne gerade die Muskeln selbst zu erreichen. Die Entladung auch der kleinsten Flasche nach einer so schwachen Spannung, dass sie kaum noch auf das Goldblattelektrometer wirkt, bringt die lebhaftesten Zuckungen in den Muskeln hervor, wenn der el. Strom von der positiven Belegung nach der negativen genöthigt ist durch die Nerven derselben zu gehen, und zwar um so lebhafter, je länger das Stück des Nerven ist, durch welches die E. strömt, und je ausschliefsender die Leitung durch denselben geschieht. Dieser el. Strom einer Leidner Flasche übt auf jene Muskeln einen stärkern Reiz aus, wenn die E. genöthigt ist, den Nerven abwärts, von der positiven nach der negativen Belegung zu, als in der entgegengesetzten Richtung zu durchströmen. Da alle Modificationen der Zuckungen ihrer Stärke nach auf gleiche Weise sich in Ketten aus zwei heterogenen Metallen und den thierischen Theilen verhalten, so muss man zugeben, dass eine gleiche Ursache hierbei in Wirksamkeit gesetzt werde, nämlich ein el. Strom, welcher bei der Schliefsung der Kette eben so eingeleitet wird, wie bei der Entladung einer Leidner Flasche, und von dem positiven Metalle durch den Nerven nach dem negativen hingerichtet ist, wie die Volta'sche Theorie ihn annimmt. Insbesondere erklärt sich auch aus dieser Theorie auf eine genügende Art der Einfluss der Art der Vertheilung der Metalle auf das Entstehen der Zuckungen entweder im Augenblicke der Schliefsung

oder der Trennung der Kette nach Nr. 50. und macht den an sich sonst verborgenen Strom gleichsam augenscheinlich. Sind die Metalle nämlich so vertheilt, dafs der Theorie zufolge der durch die Schliefsung eingeleitete Strom aufwärts von den Zweigen zum Stamme und dem Centralende des Nerven bestimmt wird, so erfolgen im Augenblicke der Schliefsung selbst keine Zuckungen im gewöhnlichen Zustande einer schon etwas gesunkenen Reizbarkeit, weil in dieser Richtung, wie die Versuche mit der Entladung der Leidner Flasche beweisen, der el. Strom einen schwächeren Reiz ausübt; wird aber die Kette schnell geöffnet und dadurch die Impulsion beseitigt, welche jene Strömung der E. veranlafste, so wird diese nun nothwendig in entgegengesetzter Richtung zurückströmen, und an die Stelle des aufwärtsgehenden Stromes ein abwärtsgehender treten, der als der stärkere Reiz nunmehr die Zuckungen hervorruft. Man mufs nämlich zugeben, dafs die E. in der Richtung, in welcher sie angetrieben wird, eine Anhäufung derselben an den Stellen besonders, an welchen sie Widerstand findet, also in den thierischen Theilen und besonders nach dem negativen Metalle hin wegen Summirung der Hindernisse in dem ganzen Zwischenraume der Fortleitung durch dieselben erleiden werde, und wenn daher die Ursache der Anhäufung, jene Impulsion in der Richtung vom peripherischen Ende des Nerven her, zu wirken aufhört, so mufs die E. vermöge ihres Strebens nach Gleichgewicht nach der Seite zurückströmen, von welcher aus die Anhäufung bewirkt wurde. Ganz derselbe Vorgang findet in den Versuchen statt, die zu dieser interessanten Entdeckung geleitet haben, wo nämlich durch das Herausziehen eines Funkens aus einem elektrisirten Conductor die in dem in der Nähe desselben befindlich gewesenen Froschpräparate nach diesem Ende hin angezogene und angehäufte entgegengesetzte E. sich wieder ins Gleichgewicht setzt und durch die damit gegebene Strömung einen wirksamen Reiz ausübt. Sind die Metalle auf eine entgegengesetzte Weise vertheilt, so wird zwar auch im Augenblicke der Oeffnung der Kette ein seiner Richtung nach entgegengesetzter Strom von demjenigen, welcher während des Geschlossenseyns statt fand, eintreten, da dieser aber den Nerven aufwärts geht, so wird er soviel weniger im Stande seyn Zuckungen hervorzubringen, weil er schon an sich als ein viel schwächerer Reiz wirkt und durch die vorangegangene fortdauernde

Einwirkung der geschlossenen Kette die Reizbarkeit schon geschwächt worden ist. Volta selbst hat zwar nirgend eine Erklärung der Gesetze, nach welchen bald im Augenblicke der Schliefsung bald der Trennung die Zuckungen erfolgen, gegeben, die hier aufgestellte folgt aber ganz aus seinem Principe und le Hot hat sie auf eine der angegebenen sehr nahe kommende Weise entwickelt, nur dafs er dieselbe mit unhaltbaren Annahmen von verschiedenen Capacitäten der Körper für das galvanische Fluidum, worin die Metalle die übrigen Körper übertreffen sollen, und von ungleichen Quantitäten dieses Fluidums in den verschiedenen Substanzen versetzt hat [1]. Den Einwurf gegen einen solchen el. Strom als den eigentlichen Reiz in diesen Versuchen, dafs Elektricitäten von sehr starker Spannung wie z. B. die einer geriebenen Glasröhre oder Siegellackstange, die selbst gröbere Strohhalmelektrometer zu einer ansehnlichen Divergenz bringen, auf die Nerven nur einen so schwachen Reiz ausüben, dafs selbst bei unmittelbarer Berührung derselben durch diese Körper auf den höchsten Stufen der Erregbarkeit keine Zuckungen erregt werden können, hat Volta durch die Hinweisung auf die besondere Wirkungsart der E. in einem Kreislaufe beseitigt, wo in derselben Zeit eine ohne Vergleich viel gröfsere Menge derselben durch den Nerven sich bewegt, und in dem Verhältnisse dieser Menge einen bei weitem stärkern Reiz ausübt, als die vergleichungsweise damit ganz verschwindende Menge von E., welche eine auch noch so stark geriebene Glasröhre an den Nerven abgeben kann. Denn eben darin besteht das Eigenthümliche des Galvanismus, dafs die E. hier nicht durch *Spannung*, sondern durch *Strömung* wirkt, worauf wir noch weiter unten in der Theorie der Säule zurückkommen werden.

Die Erregung von Zuckungen durch Ketten aus blofs thierischen Theilen, oder solche, in welche neben diesen blofs Körper der zweiten Classe als Glieder eingehen, oder durch Ketten aus thierischen Theilen, und blofs einem Metalle, findet nach der Volta'schen Theorie eben so leicht ihre Erklärung durch die Anwendung der unter VI. entwickelten Grundsätze für die Bestimmung des el. Kreislaufes durch die galvanische Aufeinanderwirkung dieser Körper, und alle Verhältnisse, welche in den Ketten aus zwei Metallen und den thierischen Theilen vorkom-

1 G. IX. 188.

men, müssen sich auch hier wiederholen; den Einfluss der Vertheilung der Kettenglieder auf Erregung der Zuckungen im Augenblicke der Schliefsung und Trennung nicht ausgenommen. Da nach Volta's Theorie die Erreger des Galvanismus nur in ihrer unmittelbaren Berührungsfläche auf einander wirken und die übrige Masse der Körper auf die Erregung der E. an und für sich keinen Einfluss ausübt, so lassen sich leicht jene auffallenden Erscheinungen erklären, dass kleine Abänderungen der Metalle an ihrer Oberfläche Anomalien hervorbringen, dass dieses z. B. geschieht, durch Reiben derselben an andern Körpern, wodurch ihre Glätte und Dichtigkeit verändert wird oder sie einen Ueberzug eines andern Körpers erhalten, welcher, wie dünn er auch sey mag, doch als ein ganz neues Glied zwei neue wirksame Berührungsflächen in die Kette einführt; es läfst sich erklären, wie dadurch nach den zuerst von dem Engländer Well bekannt gemachten Versuchen unwirksame Ketten in wirksame verwandelt werden können; auch erklärt sich dadurch sehr leicht der scheinbar so auffallende Hauchversuch v. Humboldt's, von welchem dieser berühmte Physiker sagt, dass unter allen physikalischen Versuchen, welche er je die Freude gehabt habe in Gegenwart anderer Physiker anzustellen, er keinen gefunden, der wegen seiner unendlichen Feinheit so in Erstaunen setze als dieser, wo die Wirksamkeit einer Kette von einem blofsen Hauche oder einer gleichsam verschwindenden Schicht einer verdampfenden Flüssigkeit abhänge [1]. Es mufs nämlich eine ganz andere Wirkung eintreten, wenn sich zwei Metalle unmittelbar berühren, als wenn sich eine auch noch so dünne Schicht Feuchtigkeit zwischen ihnen befindet, durch deren Zwischentreten augenblicklich die starke Impulsion, durch welche zwei solche Metalle auf einander wirken, aufgehoben wird, und eben dadurch eine vorher unwirksame Kette in eine höchst wirksame verwandelt werden kann, indem von zwei einander entgegengesetzten Impulsionen, die sich einander im Gleichgewichte hielten, nach Beseitigung der einen, die andere dann eine starke Strömung in der Richtung, in welcher sie wirkt, hervorbringen mufs. Die Figuren zeigen das Verhältnifs solcher zweier Ketten gegen einander, wovon die erste eine symmetrische und daher unwirksame, wegen der gleichen, aber einander entgegengesetzten, Impulsio-

Fig. 110 u. 111.

1 Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I. 79.

nGZ durch die Interposition des feuchten Leiters F, sey es
ur eine Hauchschicht, wenn sie nur hinreicht die unmit-
re metallische Berührung von G und Z an dieser Seite zu
en, in eine höchst wirksame verwandelt wird, indem nun
Impulsion GZ auf der linken Seite aufhört, und die Impul-
GZ auf der rechten Seite die Richtung des el. Stromes be-
t, so ferne G Gold Z Zink bedeutet, an deren Stelle auch
andere beliebige Metalle genommen werden können, jedoch
der Bedingung, dafs die Impulsion, die durch ihre Be-
gegeben ist, nach ihrer Seite hin stärker sey, als die
en beiden in die Kette neu eintretenden Berührungsflächen
d FZ abhängige, etwa in entgegengesetztem Sinne eintre-
Impulsion, was bei Anwendung des blofsen Wassers je-
der Fall seyn wird, weil alle Metalle mit demselben nur
schwache el. Erregung eingehen. Dieselbe Kette mufs
gleich wieder zur wirksamen werden, wenn auch auf der Fig.
Seite ein feuchter Leiter interpolirt oder nach Humboldt'- 112.
Weise, worin eben das Ueberraschende liegt, beide Flä-
des einen trockenen Erregers, die sich zwischen zwei an-
aber unter sich homogenen Erregern befinden, behaucht,
mit der dünnsten Schicht einer verdampfenden Flüssigkeit
t werden. Dafs die Beschaffenheit des interpolirten feuchten
einen Einfluss auf die Stärke der Zuckungen äufsern
leuchtet von selbst ein, da die an den neuen Berüh-
stellen eintretenden Impulsionen nach Verschiedenheit des-
einem günstigen oder ungünstigen Sinne für die, die
ung hauptsächlich bestimmende, Impulsion wirken können,
bezweifle ich sehr, dafs ihr Vermögen eine unwirksame
in eine wirksame zu verwandeln, in irgend einem be-
ten Verhältnifs mit ihrer Leichtigkeit zu verdampfen stehe;
wenn auch gleich diese Ansicht v. Humboldt's durch die
ders günstige Wirkung des Vitriol-Aethers, bei Interpo- Fig.
desselben in Form z. B. eines Tropfens zwischen Z und 110.
günstigt wird, so steht dieser Annahme die eigene Beobach-
v. Humboldt's entgegen, dafs Blut unter gleichen Umstän-
stärker als Milch und Wasser wirke, von welchem man
nicht behaupten kann, dafs es geneigter sey, gasförmige
e auszudampfen. Auch beruht die Behauptung v. Hum-
dt's, dafs bei Behauchung des auf dem als Nervenarmatur Fig
enden Gold liegenden Zinks die Muskeln convulsivisch er- 113.

schüttert werden, gleichviel ob der Muskelleiter G von Gold die feuchte oder trockene Stelle von Z berühre, gewifs auf einer Täuschung. So oft ich wenigstens bei Anstellung des Versuchs auf die angezeigte Weise den Zink an einer trockenen Stelle berührte, blieben die Zuckungen jedesmal aus, die sich sogleich mit der gröfsten Lebhaftigkeit einstellten, wenn die naß gemachte Stelle des Zinks berührt wurde, die dann aber nach einiger Zeit abermals ausblieben, wennn die Feuchtigkeit durch allmäliges Verdampfen wieder verschwunden war. Wie die Versuche über Erregung von Zuckungen durch blofse erschütternde Berührung der Nerven-Armatur mit einem beliebigen anderen Metalle, wobei keine Schliefsung einer Kette statt findet, doch in der Volta'schen Theorie ihren Erklärungsgrund haben, ist bereits oben gezeigt worden. Selbst die scheinbar ganz anomalen und dem Volta'schen Princip widersprechenden sogenannten pseudogalvanischen Versuche Ritter's (Nr. 52) in denen bei der Schliefsung und Trennung von an sich unwirksamen Ketten unter besondern Bedingungen doch sehr lebhafte Zuckungen sich einstellen, die folglich von einer andern Action abhängen, welche auf jene Momente selbst nur eingeschränkt ist, aber während des Geschlossenseyns nicht fortdauert, lassen sich in Einklang mit der Theorie bringen. Ritter hat selbst im Sinne derselben eine Erklärung zu geben versucht, die mir aber unrichtig scheint. „Dafs jede Reihe von sich berührenden elektrischen Leitern (heifst es in seinem hierher gehörigen Aufsatze [1]), die nicht genau mit demselben aufhört, mit welchem sie anfängt, an ihren beiden sich nicht unmittelbar berührenden Enden zu was immer für einem Grade el. Spannung freie unter sich verschiedene Elektricitäten zeigt und zeigen mufs, ist bekannt. Wir wollen ihre absolute Quantität für das eine Ende der Reihe mit
Fig. 114. 1 + und das andere mit 1 — bezeichnen, und die Figur drücke diese Reihe mit ihren Enden aus. Dis absolute Quantität von E. der beiden Enden dieser Reihe wird übrigens zugleich ihre elektrometrische seyn, denn man theile Z oder W und untersuche die weggenommenen Endtheile für sich, so werden sie noch genau dasselbe 1+ und 1— zeigen, wie zuvor in der Verbindung (die Beweise haben Versuche an Volta's Säule geliefert). Jetzt aber biege man die Reihe zum Kreise um, d. h. man verwandle

1 Gehl. VI. 446.

Fig. 114 in Fig. 115, und schliefse in C. Auch nehme man fürs erste an, Z und W stehen bereits in der genau so grofsen und so vertheilten Spannung, als sie auch nur bei wirklicher unmittelbarer Berührung unter einander, oder, befand sich auch zwischen Z und W innerhalb gar nichts weiter" (bildeten sie also nur eine Kette aus blofs zwei Gliedern) „als die blofsen Verlängerungen von ihnen selbst, doch bei wiederholter oder zweiter solcher Berührung unter einander realisiren könnten. Dennoch werden Z und W nicht in el. Ruhe bleiben, sondern wie, wo irgend heterogene Leiter sich berühren, wird jetzt eine Condensation des 1 + und des 1 — eintreten, deren Gröfse durch den Grad der Heterogeneität dieses Körperpaares und durch die Ausgedehntheit der Berührungsflächen selbst bestimmt wird. Zwar wird das anfängliche 1 + und 1 — von Z und W hierdurch für einen Augenblick auf blofse Brüche von der anfänglichen elektrometrischen Gröfse zurückgebracht, aber nicht blofs dieses Z und W, sondern die ganze noch zwischen ihnen befindliche Körperreihe wird dazu beitragen, dieses elektrometrische 1 + und 1 —, der Condensation ungeachtet, wieder herzustellen und zu behaupten. So lange dieses dauert, wird durch die ganze Kette Action seyn müssen, freilich nur eine fast momentane, aber doch hinlängliche, um eine Reaction der gehörig reactionsfähigen Glieder derselben hervorzurufen. Wird später Z wieder von W getrennt, und ist die Trennung vollständig, so werden die vorher durch die Condensation von 1 auf (1+x)+E und (1+x)—E erhobenen Elektricitäten" (wegen aufgelöster Condensation von Z und W), „indem die Reihe blofs die Spannungen 1 + und 1 — E zu unterhalten vermag, wieder zurückfliefsen, alle Glieder der Reihe werden hiervon wieder afficirt, und die gehörig reagirenden reagiren von neuem. Unter übrigens gleichen Umständen wird die Gröfse der Wirkung allemal der Gröfse der entstehenden oder aufgehobenen Condensation proportional seyn und dafs diese bei Metall.... und einer Flüssigkeit, die jenes an mehreren und vielen Puncten zugleich berührt, vorzüglich grofs seyn müsse, ist klar. Stehen Z und W vor Schliefsung des Kreises durch sie in einer geringern oder gröfsern Spannung von $\overline{+}$ für Z und $\underline{+}$ für W, als nach der Schliefsung sich behaupten kann, so wird im erstern Falle die momentane Action der Kette dadurch vergröfsert, im letzteren verkleinert, also blofs dem Grade

Fig. 115.

nach geändert werden. Haben endlich Z und W vor der Schlie-
fsung, wie auch dieser Fall möglich ist, die *umgekehrten* Elek-
tricitäten von denen, die sie nach derselben unter Condensati
zu behaupten haben, so kann dieses bei sonst gleicher Spannu
von Z und W während der unmittelbaren Berührung ebenfa
nur dienen, den Grad der momentanen Actionen bei der Schli
fsung und Trennung der Kette zu vergröfsern."

Alle Erscheinungen, die Ritter aus diesem gleichs
neuen Principe pseudogalvanischer Action ableitet, sol
Fig. durchaus ihrer Ursache proportional seyn. So soll auch, w
116. Z und Z Zink, S Silber (alles trocken) bedeuten, und mit S
α oder β geschlossen wird, einige Condensation der Elektrici
ten von den sich berührenden Z und S statt finden, da sich a
feste Metalle der Regel nach (?) fast nur in Puncten berühr
eben darum die Condensation nur eine sehr geringe seyn, w
wegen dann auch die für die Kette daraus entstehende mom
tane Action zu klein ist, um je Zuckungen hervorzubring
Ist dagegen S Wasser oder ein sich mehr anschliefsen
feuchter Körper, so ist die dann eintretende Condensation
dem Verhältnisse der mehr ausgebreiteten Oberfläche viel g
fser, die ganze Rückwirkung der Kette in demselben Verh
nisse zunehmend, und die Zuckung wird bei nur mäfsiger E
regbarkeit der Froschschenkel dann auch gewifs nie im Aug
blicke einer solchen Schliefsung ausbleiben, wenn gleich
Kette als eine symmetrische nach geschehener Schliefsung
eine unwirksame anzunehmen ist.

Diese Erklärungsart Ritter's scheint mir indefs ein an si
richtiges Princip auf eine unrichtige Art anzuwenden, und auf
dem noch einige irrige Annahmen zu enthalten. Das Charak
ristische einer jeden nach ihrer Schliefsung unwirksamen Ket
oder eine Kette, die im Sinn der Volta'schen Theorie kein
el. Strom einleitet, besteht eben darin, dafs vor der Schliefsu
an jeden zwei Flächen, die durch die Schliefsung mit einand
in Berührung gebracht werden, schon das vorhanden ist, w
durch die Berührung gesetzt werden soll, folglich durch d
Schliefsung selbst keine neue Action gegeben ist, vielmehr a
les in dem Zustande bleibt, wie es sich befand, so lange d
Körper nach dem Schema der Linie an einander gereiht war
Man kann also Ritter darin nicht beistimmen, dafs bei Ketten,
die nach der Schliefsung unwirksam bleiben, je zwei Glieder

nen andern el. Spannungsunterschied haben können, als durch e Schliefsung selbst gefordert ist. Eben so wenig kann man aber ch zugeben, dafs nach geschehener Berührung das + des einen iedes durch Condensation das — des andern Gliedes latent mache d umgekehrt, und durch diese Condensation selbst gleichsam zu ner el. Erregung und Strömung auffordere, um den el. Spannungs- terschied wieder herzustellen, der durch die Natur der beiden irper in der wechselseitigen Berührung gefordert wird. Denn enbar würde dasselbe für jeden neuen Antheil von + und — durch eine neue Wirkung der Glieder der Kette herbeige- afft werden, gleichmäfsig gelten; auch sie müsten sich aber- ls condensiren und wechselseitig vollkommen latent machen, nn das Princip der Condensation in Ritter's Sinne hier an- endbar wäre, indem wegen der unmittelbaren Berührung das + n ihm vollkommen gleiches — auf 0 herabbringen müste, und e davon abhängige Wirkung würde dann im Wesentlichen cht verschieden seyn von dem, was man die galvanische :tion einer wirksamen geschlossenen galvanischen Kette zu nnen hat. Wohl finden aber jene pseudogalvanischen Ver- che eine genügende Erklärung in dem Principe der Conden- tion, sofern man sich diese als vor der unmittelbaren Berüh- ng wirksam denken mufs. Jedem Acte der wirklichen Schlie- ung oder der physischen Berührung mufs nämlich nothwendig ie Annäherung vorangehen, die bis zur Berührung fortdauernd unimmt, wo sie dann ihr Maximum erreicht hat. Indem nun as + und — der beiden Endglieder in diesem Acte der Annä- erung immer stärker auf einander wirken, machen sie sich echselseitig immer mehr latent, die el. Spannung in jedem der lieder sinkt also in demselben Verhältnisse, aber die galvani- he Action der nach dem Schema der Linie an einander gereih- n Glieder geht fortdauernd darauf hin, das + und — auf dem stimmten Grade von Spannung zu erhalten, es mufs also im- erfort E in Bewegung gesetzt werden, um einerseits das ge- rderte +, andererseits des geforderte — wieder herzustellen, nd zwar um so lebhafter, je näher sich die Endglieder kom- en und je rascher die Annäherung ist, und die dadurch ver- lafste Strömung wird nach Umständen lebhaft genug seyn, m durch Nervenreizung Zuckung zu erregen. Im Augenblicke er *wirklichen Schliefsung* wird aber diese Wirkung vielmehr ufhören, statt, wie Ritter annimmt, verstärkt zu werden,

weil alsdann die mit der Berührung gegebene galvanische Kr der condensatorischen entgegenwirkt und ihre Wirkung aufhebt denn eben darin liegt das Eigenthümliche jener Wirksamkei dafs die entgegengesetzten Elektricitäten, die durch die Berühru zweier Körper unter einander erregt werden, statt sich an d Stelle ihrer Erregung wechselseitig zu binden, vielmehr von aus nach aufsen thätig werden und mit freier Spannung auftret

Dafs auch die Versuche über die Einwirkung galvanisch Ketten auf die Sinnorgane aus der Annahme eines el. Strom welchem die Nerven derselben in der geschlossenen Kette unt worfen sind, ihre naturgemäfse und mit anderen Erfahrung übereinstimmende Erklärung erhalten, dient zu einer neuen B stätigung dieser Theorie. Der säuerliche Geschmack auf d Zungenspitze bei positiver Bewaffnung, wo die E. der Theo gemäfs einströmt, stimmt ganz überein mit dem säuerlichen Ge schmacke, welchen die in Form eines Pinsels aus einer etw stumpfen Spitze in die Zungenspitze einströmende (positive) E hervorbringt, und eben so erregt die negative E. einen sal scharfen Geschmack, ähnlich demjenigen, der bei negativ Bewaffnung der Zungenspitze durch die aus derselben ausströ mende E., die das Aequivalent der Einwirkung der negativ E. im Sinne der Franklin'schen Theorie ist, erregt wird.

Jene blitzähnlichen Erscheinungen vor den Augen lass sich gleichfalls durch die Entladung einer sehr schwach geladen nen Leidner Flasche durch den Augapfel oder auch nur durch das oben nafs gemachte Augenlied, mit welchem man den Knop der Flasche in Berührung setzt, während man das äufsere Bel in der Hand hält, hervorbringen, so wie denn überhaupt Rei von der verschiedensten Art, namentlich mancherlei mechani sche, die auf das Auge einwirken, in den Sehnerven die specifische Empfindung, durch welche er reagirt, Lichterscheinungen unter mancherlei Gestalten als Blitze, Funken u. s. w. hervorbringen. Wenn aber auch durch die Einwirkung der gewöhnlichen E. nicht vollkommen mit den galvanisch erregten übereinstimmende Empfindungen hervorgebracht werden können, so giebt die Theorie auch hiervon hinlängliche Rechenschaft, indem ein solcher fortdauernder Strom von E., wie ihn die geschlossene Kette giebt, und eine solche Quantität, als hierbei auf den Nerven fortdauernd einwirkt, durch unsere anderweitigen Methoden E. zu erregen, und namentlich selbst nicht durch

...n wirksamsten Elektrisirmaschinen, in Bewegung gesetzt ... kann, wie bei der Betrachtung der Volta'schen Säule ... weiter gezeigt werden wird. Bei der von grofsen Con... oder Leidner Flaschen aus in Bewegung gesetzten E. ... vielmehr die Wirkung relativ auf einen Augenblick ein... macht, sofern der Funken beider eine mehr momentane ...kung ist, und hierbei die E. mit einer ohne Vergleich ...feren Spannung wirkt, als diejenige ist, mit welcher sie ...kette selbst zur Strömung gebracht und in dieser fort... und unterhalten wird, wodurch die davon abhängigen Em... ...gen wesentlich modificirt werden müssen.

§. VIII. Derselbe el. Strom, welcher alle jene merkwür... Erscheinungen in der Sphäre des Lebens hervorbringt, ist ... immer nach VOLTA die einzige nächste und zureichende ... der *chemischen Wirkungen*, der *Temperatur-Verände...* und der *magnetischen Thätigkeit*, welche in der wirk... geschlossenen Kette auftreten. VOLTA hat seine Theo... zuerst nur auf den Strom der Säule und seine Wirkungen ...andt, aber alles was für diese gilt, läfst sich in aller Strenge ... von dem el. Strome der einfachen Kette behaupten, da ... von jenem nur durch den Grad der Stärke abweicht, und ... That auch alle Wirkungen und in derselben Form her... welche in ihrer Verstärkung durch die Säule zuerst ...er erkannt wurden. Uebrigens hat VOLTA gleichsam nur ... Züge einer eigentlichen Erklärung hingeworfen. „Es ... genug seyn, (äufsert er sich) zu bemerken, dafs zu ... Wirkungen, nämlich der Zersetzung des Wassers und ...rung der Metalldrähte u. s. w. ein sehr reichlicher el. ... erfordert wird, damit das el. Fluidum beim Austritte aus ... Metalldrahte in das Wasser und beim Zurücktritte in den ... Draht recht gedrängt und zusammengezwängt sey, und ...haltnismäfsig wenig Wassertheilchen seine Wirkung ausübe, ... schlecht leitenden Theilchen gleichsam zerreifsen und ... zu können. Ein solcher Strom wird aber durch mei... Apparat viel vollkommner erregt und unterhalten, als durch ... wirksamste Elektrisirmaschine" [1].

Zur Bestätigung dieser Sätze war es von der gröfsten Wich... theils eine befriedigende Erklärung der eigenthümlichen

[1] S. XII. 509. 510.
J. Bd.

Form, unter welcher hier der chemische Proceſs auftritt, diese Sätzen gemäſs zu geben, theils durch directe Versuche zu beweisen, daſs auch die gewöhnliche E. unter ähnlichen Bedingungen ähnliche Wirkungen hervorbringe. Was nun den Haupterfolg betrifft, durch welchen alle übrigen chemischen Veränderungen mehr oder weniger bestimmt werden, und welcher zugleich den Typus aller übrigen darstellt, nämlich die Zersetzung des Wassers mit im Raume getrenntem Auftreten der Bestandtheile desselben an den beiden, durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Schicht von Flüssigkeit aus einander gehaltenen Metallen, so existirten vor der Entdeckung der Säule nur die Versuche der holländischen Chemiker Paets van Troostwyk und Deimann [1] über die Wasserzersetzung durch den el. Funken, welche später von Pearson [2] wiederholt wurden, die eine ähnliche Einwirkung der E. auf das Wasser zeigten. Jene ersteren hatten nämlich gefunden, daſs wenn el. Entladungsschläge von einer nicht zu kleinen Flasche (die ihrige hatte einen Quadratfuſs Belegung) von dem Ende eines Drahtes zum andern, die in einer mit Wasser gefüllten Röhre etwa 1 oder 1,5 Lin. von einander abstanden, durch das Wasser geleitet wurden, sich aus diesen ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas gerade in dem Verhältnisse, in welchem dasselbe beim Verbrennen Wasser giebt, entbinde, welches Gemisch dann durch den el. Funken nachmals wieder zu Wasser verpufft werden konnte. Diesem Gemische war jedoch eine kleine Menge eines Rückstandes beigemengt, der ohne Zweifel von der in den Zwischenräumen des Wassers befindlichen Luft herrührte, denn je öfter sie den Versuch mit demselben Wasser wiederholten, indem sie durch neue Entbindungsschläge eine neue Gasentbindung bewirkten, das Gasgemenge durch den el. Funken selbst wieder verbrannten und den unverbrannten Rückstand aus der Röhre austreten lieſsen, um so geringer wurde der Rückstand, bis er endlich fast gänzlich verschwunden war. Indeſs hatten diese Physiker nicht näher bestimmt, von wo aus sich das Gas entwickelte; vielmehr bemerkten sie nur, daſs bei jedem Schlage, wobei sich

1 Journal de Physique Nov. 1789 übers. in Gren's Journal der Physik II. Bd. 1. St. S. 132. ff.; auch in Cavallo's vollst. Abh. S. 321.

2 Philos. Transact. for 1797. p. 142—158.

...Funken an dem Ende eines Drahtes wahrnahmen, sich ...chen den beiden Enden eine Menge sehr kleiner Luftblasen ...m beständigen Strome zeigten, die sich als mehrere und ...e Blasen entwickelten, wenn stärkere Schläge durch das ...r geleitet wurden, in welchem Falle sie einen Lichtstrahl ...n obern Drahte in das Wasser gehen sahen.

Pearson bestimmte diese Erscheinungen näher dahin, dafs ...Luftblasen sich von beiden Drähten aus entwickelten, nicht ...beide Arten von Gas von jedem, oder jede Gasart be... und getrennt erzeugt würde. Die Gasentbindung in ...n Versuchen war indefs ihrer Menge nach nur sehr gering, ...ch Pearson 70—80000 Schläge bedurfte, um einen ... Kubikzoll Gas zu erhalten. Diese Resultate waren ...noch weit entfernt, eine Uebereinstimmung der Was...zung durch E. mit derjenigen auf galvanischem Wege ...llen. Wollaston gelang es zuerst, den Zersetzungs...des Wassers durch die gewöhnliche E. dem galvani...mehr zu verähnlichen [1]. Erst liefs er gewöhnliche el. ... von dem positiven und negativen Conductor zugleich ...n Haarröhrchen eingeschmolzenen, in eine höchst feine ...ins gehenden Drähte überschlagen. Je feiner der Draht ...um so kleiner mufste die Länge der überschlagenden Fun...n. bei $\frac{1}{1100}$ Z. Dicke war ein $\frac{1}{10}$ Z. Länge, bei $\frac{1}{40}$ Z. ...sser des Drahts $\frac{1}{10}$ Z. Länge des Funkens nöthig. Es ...gen aber auch, durch den blofsen el. Strom einer wirk... Maschine das Wasser zu zersetzen, wenn er die feinsten ...n anwendete, die durch Verjagung der Säure einer Gold...in einem Haarröhrchen, welches auf diese Weise in...mit einem Goldhäutchen überzogen und dann zusammen...zen war, erhalten werden konnten. Verband er nun ...che künstlich bereitete Golddrähte den einen mit dem po... den andern mit dem negativen Conductor, so zeigten ...beiden Enden Gasbläschen, aber doch mit der wesentli...Verschiedenheit von dem Versuche der Gasentbindung so...der einfachen Kette, als auch in der Gasentbindungs...er Volta'schen Säule, dafs Sauerstoffgas und Wasserstoff... beiden Enden zugleich auftreten. Van Marum wieder...diesen Versuch mit einer kleinen Abänderung [2]. Er steckte

[1] G. XI. 104.
[2] Ebend. XI. 21.

Fig. 117. in ein feines Haarröhrchen, dessen innerer Durchmesser kaum $\frac{1}{100}$ Z. betrug, einen Eisendraht a, der ungefähr $\frac{1}{100}$ Z. dic und 12 Z. lang war, und verschlofs das Ende der Röhre so m Siegellack, dafs die Drahtspitze nur eben zum Siegellack herau ragte. Die so zubereitete Thermometerröhre wurde in eine vi weitere Röhre voll Wasser durch einen Endkork nach Art d Drähte eines Gasapparats hineingeführt, und alles übrige wie ge wöhnlich beim Gasapparate der Volta'schen Säule eingerichte Liefs nun VAN MARUM den kräftigen el. Strom seiner kleinere Scheibenmaschine [1] durch diesen Apparat hindurchgehen, in dem er die Thermometerröhre 3—4 Linien vom Leiter der M schine entfernt hielt, so erhielt er eine fast eben so schnell Wasserzersetzung als durch eine Volta'sche Säule aus 100 Schich tungen. VAN MARUM bestimmte übrigens nicht näher, wie si die Gasentbindung an den beiden Drähten und insbesondere a dem Eisendrahte verhielt, und ob sich dieser etwa oxydir während sich zugleich Wasserstoffgas davon entband. No befriedigendere Resultate als für eine vollkommene Uebereinstim mung der Wasserzersetzung durch gewöhnliche und durch ga vanische E., als die beiden zuletzt angeführten Versuche ge währten vollends die von RITTER angestellten [2]. Er bedien sich dazu einer Scheibenmaschine von nicht mehr als 30 Z. i Durchmesser und zwar wandte er den blofsen Strom ohne al Schlagweite an, indem er den einen Draht der Röhre mit de Conductor der Maschine in unmittelbare Verbindung brach von dem andern aber eine gute Ableitung nach dem Erdbo ie gehen liefs. Die Röhre selbst war 4 Z. lang, 3 L. weit und m destillirtem Wasser gefüllt. Die Drähte standen frei in de Wasser und ihre Enden 3 L. von einander ab. In dem erst Versuche war der eine Draht von Zink, der andere von Pla und jener gegen die Spitze $\frac{1}{4}$ L. dick, dieser aber durch un durch nicht stärker; jener wurde mit dem positiven Conduct dieser mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt. Nach drei Umdrehungen der Maschine, stiegen einzelne Bläschen vom Pla tindrahte auf, und bald bildete sich ein sehr feiner Gasstrom der ununterbrochen vom Drahte in perpendiculärer Richtung au ging, und so lange anhielt, als die Maschine gedreht wurd

1 S. Wörterbuch III. Bd. S. 462.

2 El. System S. 173—175 Anm.

...zeigte sich am Zinkdrahte keine Spur von Gas, wohl aber eine ...t und nach zunehmende, von Oxydation herrührende, Mat... seiner vorher glänzenden Spitze zeigte. Bei lange fort... ten Versuche zeigte sich am Zinkdrahte sogar ein Anflug ... weifsem Zinkoxyd. Wurde dem Zinkdrahte ein Platin... von $\frac{1}{2}$ Lin. substituirt, so war die Gasentwickelung am ...ten Platindrahte weniger reichlich, es kam zu keinem ei... gen continuirlichen Gasstrome mehr, aber auch am posi... Platindrahte entwickelten sich Gasblasen, sie waren grö... die negativen (Hydrogendrahte), ihre Zahl aber weit ge... und zu einem continuirlichen Gasstrome kam es hier noch ... Dieser Versuch Ritter's ist vorzüglich dadurch in..., dafs er eine vollkommene Gleichheit der chemischen ... des continuirlichen Stromes der gewöhnlichen, durch ... erregten, E. mit derjenigen des galvanischen Stroms ... was bei dem Versuche Wollaston's und van Marum's ...ganz der Fall ist, und eben dadurch die Realität eines el. ... in der einfachen Kette selbst beweist. Das abweichende ...en in Wollaston's Versuchen läfst sich aus der gerin... Energie der von ihm angewandten Maschine einigermafsen ...en. Uebrigens mufs ich hier bemerken, dafs es mir mit ... sehr wirksamen Elektrisirmaschine[1] unter Anwendung ...drähten Nr. 16 oder nur von $\frac{1}{140}$ Z. Durchmesser nicht ... ist, durch den blofsen Strom auch nur eine Spur von ...zersetzung zu erhalten. Dafs in Ritter's Versuchen ... sich soviel wirksamer zeigte, stimmt gleichfalls mit ...lichen Verhalten desselben in den galv. Versuchen, na... in der Gasentbindungsröhre überein und scheint mit ... vorzüglichen Leitungsvermögen für E. in Beziehung zu ... Uebrigens liefern diese Versuche einen auffallenden Be... der aufserordentlichen Quantität der E. verglichen mit ...gen auch einer sehr wirksamen Elektrisirmaschine, wel... recht wirksame einfache Kette z. B. aus Gold oder Sil... und Salzsäure liefert, indem an jedem Puncte der ...der Silbermünze eine eben so reichliche Gasentwickelung ...igt, als an dem Ende des feinen Drahtes, in welchem ...ze Wirkung der Maschine sich concentrirt.

[1] Vergl. die Beschreibung derselben in diesem Wörterbuche ... S. 443.

Davy änderte diesen Versuch so ab, dafs eine feine, in Glas eingeschmolzene und mit dem positiven Leiter der Elektrisirmaschine verbundene Platinspitze in Wasser in isolirtem Zustande getaucht, und die E. vermittelst angefeuchteter Baumwollenfäden in die Atmosphäre zerstreut wurde; es bildete sich Sauerstoffgas mit ein wenig Stickgas gemengt, und wenn derselbe Apparat mit dem negativen Leiter verbunden war, so entstand Wasserstoffgas mit einer kleinen Menge Sauerstoffgas gemengt. Nach der kleinen Menge der beigemengten fremden Gasarten, die in keinem Falle mehr als $\frac{1}{10}$ des Gasvolumens betrug, konnte man annehmen, dafs sie von der Entwickelung der im Wasser befindlichen gemeinen Luft herrührten [1].

Aufser jenem Wasserzersetzungsversuche ahmte Wollaston auch noch in einem andern Versuche die Wirkungen des el. Stroms der Kette durch den el. Strom einer Elektrisirmaschine nach. Ein Chartenblatt mit Lackmus blau gefärbt und beinahe trocken, über welches ein Strom el. Funken zwischen zwei Goldspitzen, die das Papier berührten und einen Zoll von einander abstanden, strömte, wurde am positiven Drahte sichtbar roth, und die negative stellte die Bläue wieder her. Doch erfolgte diese Veränderung schneller durch den Volta'schen Apparat. Endlich gelang es Davy vermittelst in Glasröhren eingeschmolzener Platinspitzen von $\frac{1}{10}$ Z. im Durchmesser, durch den blofsen el. Strom der Maschine Salze ganz auf dieselbe Weise zu zersetzen, wie die Zersetzung durch die einfache Kette oder die Säule erfolgt, dafs nämlich der basische Bestandtheil (z. B. das Kali) sich um den negativen Draht, der saure Bestandtheil (z. B. die Schwefelsäure) um den positiver Draht ansammelte, wozu jedoch schon bei 4 Gran eines Salzes, wie des schwefelsauren Kali's, 2 Stunden erforderlich gewesen waren [2].

57. Auf welche nähere Weise aber der el. Strom der galv. Kette, welcher als die hierbei thätige Ursache nach allem bisherigen wohl zugegeben werden mufs, die Zersetzung des Wassers und überhaupt alle nach demselben Typus erfolgende Zersetzungen der im Wasser aufgelösten zusammengesetzten Substanzen unter jener eigenthümlichen Form des getrennten Auftretens der Bestandtheile (nach Nr. 34 und 35), und wie ein fester Leiter, der die Continuität des Flüssigen unterbricht, jene

1 Gehl. Journ. V. 32.

2 Ebendaselbst.

merkwürdige Verdoppelung des Zersetzungsprocesses (nach Nr. 36) bewirke, ist eine Aufgabe, welche die Theorie an diesem Orte nicht ungelöst übergehen darf; denn wenn gleich die sich hierauf beziehenden Erscheinungen noch viel auffallender an den beiden Polen der Volta'schen Säule zum Vorschein kommen, und die betreffenden Erklärungen gewöhnlich nur diese zum Augenmerk gehabt haben, so gilt doch alles auf gleiche Weise auch für die einfache Kette, da die Wirkungen der Säule sich nur dem Grade nach von denen der Kette unterscheiden. In dem einfachsten Falle, wenn der flüssige Leiter ein Continuum zwischen den beiden trockenen Erregern bildet, erscheint jedesmal der Wasserstoff in gasförmigem Zustande am positiven Metalle, wenn kein durch diesen leicht reducirbares Metalloxyd in der Auflösung sich befindet, und der mit dem positiven Metalle sich verbindende Sauerstoff ist dann das Aequivalent des in der Gasentbindungsröhre am positiven Drahte, wenn dieser aus einem, keine merkliche Anziehung zum Sauerstoff habenden Metalle, wie Gold oder Platin besteht, auftretenden Sauerstoffgase. Eben so begeben sich die beiden Bestandtheile einer im Wasser aufgelösten zusammengesetzten Substanz, wenn sie durch die einfache Kette zersetzbar ist, getrennt und geschieden nach einer festen Regel, der eine an das positive, der andere an das negative Metall, und treten entweder frei auf, oder verbinden sich mit demselben, wenn dieses eine Anziehung zu demselben hat. Hier entsteht nun die Frage: Wo bleibt einerseits der Sauerstoff an dem Orte, wo sich nichts als Wasserstoff zeigt, und wo bleibt der Wasserstoff an dem Orte, wo nie Sauerstoff zum Vorschein kommt, wenn hierbei wirklich eine Wasserzersetzung zum Grunde liegt; und wie gelangen die respectiven Bestandtheile der zersetzten Materie an die Orte, von denen sie vorher entfernt waren. Die meisten Physiker haben diese Aufgabe am befriedigendsten durch die Annahme eines doppelten el. Stromes der dualistischen Theorie gemäfs zu lösen geglaubt und in diesen Erscheinungen selbst den entscheidendsten Beweis für diese Theorie gefunden. Die Erklärung selbst ist aber nicht auf gleiche Weise gegeben worden, und man kann zweierlei Formen derselben unterscheiden. Die erste ist zuerst von Theodor von Grotthuss genauer entwickelt worden [1]. Die Hauptidee,

1 Ann. de Ch. Tome 58. und dessen phys. chem. Forschungen S. 115.

welche hierbei zum Grunde liegt, ist, dafs eine ähnliche Polarität zwischen den Elementen des Wassers statt finde, wie zwischen den beiden Metallen der Kette, durch welche die Wasserzersetzung vermittelt wird. Nimmt man nämlich an, dafs in dem Augenblicke des besondern Auftretens von Wasserstoff und Sauerstoff in diesen beiden eine Theilung ihrer natürlichen E. vor sich gehe, (indem sie gegenseitig el. erregt werden durch Berührung oder durch Reibung des einen Körpers gegen den andern), so dafs ersterer positiv, letzterer negativ wird, so folgt, dafs das Metall, aus welchem unaufhörlich — E. ausströmt, Wasserstoff anziehen und Sauerstoff abstofsen mufs, während das Metall das unaufhörlich + E. ausströmt, Sauerstoff anzieht, und Wasserstoff abstöfst. Betrachtet man nun eine bestimmte Menge Wasser zusammengesetzt aus Sauerstoff, der durch das negative Zeichen (—), und Wasserstoff, der durch das positive Zeichen (+) bezeichnet werden mag, so wird in dem Augenblicke, wo durch Schliefsung der Kette der el. Strom in dieses Wasser geleitet wird, dieselbe E. zwischen den Elementartheilen des Wassers erregt, so dafs diese gleichsam das Complement des galvanischen Bogens zu bilden scheinen. Zugleich haben alle Theilchen Sauerstoff, welche in dem Wege des el. Stromes liegen, eine Neigung nach dem positiven Pole sich zu bewegen, während alle Theilchen Wasserstoff, welche auf demselben Wege liegen, nach dem negativen Pole zu gelangen streben. Es folgt daraus, dafs wenn ein Theilchen Wasser oh seinen Sauerstoff o der E. des positiven Metalls abtritt, sein Wasserstoff h auf der Stelle wieder oxydirt wird durch die Anneigung eines andern Theilchens Sauerstoff o, dessen Wasserstoff h sich wieder mit r verbindet u. s. w. Das Nämliche geschieht umgekehrt mit dem Theilchen Wasser PQ, welches, indem es seinen Wasserstoff Q der E. des negativen Metalls abtritt, augenblicklich durch den Beitritt des Theilchens X wieder hydrogenirt wird, und diese Folge von Zersetzung und Wiedervereinigung der Elemente des Wassers wird so lange statt finden, bis dasselbe vollständig zerlegt worden. Man sieht leicht ein dafs hierbei blofs die Theilchen Wasser zerlegt werden, welche an den Metallen unmittelbar anliegen, während alle, die zwischen ihnen liegen, blofs wechselseitig ihre Elemente austauschen, ohne dabei ihre Natur zu verändern.

Dieselbe Art der Erklärung ist nun auch auf die mit der Zer-

etzung des Wassers parallel laufenden Zersetzungen der im Was-
er aufgelösten Substanzen anwendbar, wenn diese ein ähnliches
ontinuum von dem einen Metalle zum andern in der einfa-
hen Kette, oder von einem Polardrahte zum andern in der
äule bilden. Ein gleiches entgegengesetztes Verhältnifs je
weier Bestandtheile, in welche ein zusammengesetzter Kör-
er durch den el. Strom getrennt wird, wie zwischen dem Was-
erstoff und Sauerstoff, oder eine gleiche Polarität, bringt ein
leiches Verhältnifs gegen die polaren Metalle oder die Polar-
rähte und eine gleiche in der ganzen Reihe der Theilchen die-
es Körpers von einem Pole zum andern fortschreitende abwech-
elnde Zersetzung und Wiederzusammensetzung derselben her-
or. Befindet sich z. B. ein Salz in der Flüssigkeit, dessen Ba-
is an dem negativen und dessen Säure an dem positiven Me-
alle, auftritt z. B. schwefelsaures Kali, so ist es die negative E.
les negativen Metalls, welche die positive Basis anzieht, die
egative Säure zurücktreibt, und eben so ist es auf der andern
Seite die positive E. des positiven Metalls, welche die negati-
ve Säure anzieht und die positive Basis zurücktreibt. Aber auch
n der ganzen Reihe finden gleiche Tendenzen der positiven ba-
isischen Theilchen nach dem negativen, der negativen sauren
Theilchen nach dem positiven Pole statt, wodurch sie geneigt
werden, aus einander zu treten, und so verbindet sich das von
dem sauren Theilchen befreite basische Theilchen wieder mit
dem sauren des an dasselbe in der Linie zwischen den beiden
Metallen zunächst angränzenden Theilchen des Salzes und
bildet damit wieder die neutrale Verbindung. Eben so auf der
entgegengesetzten Seite verbindet sich das freigewordene Theil-
chen Säure mit dem basischen Theilchen des zunächst angren-
zenden Salzes, und so schreitet diese Zersetzung und Wieder-
zusammensetzung durch die ganze Reihe der Theilchen fort.
Indem aber an die Stelle des zersetzten Theilchens immer neue
unzersetzte mit den Metallen in Berührung treten, so werden
immer neue Theilchen zersetzt, und es häufen sich so die frei-
gewordenen basischen und sauren Theilchen so lange an den Me-
tallen an, bis endlich alle Theilchen zersetzt sind. Sind es reducir-
bare Metalloxyde, welche mit einer Säure verbunden sind, so
findet zugleich eine Wiederherstellung des Oxydtheilchens, wel-
ches von dem negativen Pole angezogen wird, durch den Was-
serstoff, welcher an demselben frei wird, statt, und die durch

Krystallcohäsion sich anziehenden Metalltheilchen bilden in de meisten Fällen eine Vegetation.

Indefs reicht diese Erklärung durchaus nicht hin, um von al len auf den chemischen Procefs sich beziehenden Erscheinun gen Rechenschaft zu geben, welche vielmehr eine wirklich Bewegung, eine Ueberführung und Wanderung der Bestandthei des Wassers und der übrigen zersetzt werdenden Substanz von einem Pole zum andern aufser allem Zweifel gesetzt haben Diese Erscheinungen sind zwar am auffallendsten durch die Säul darzustellen, wo ich wieder auf sie zurückkommen werde, abe auch schon die einfache Kette giebt dazu die vollständigsten Be lege, namentlich in jenen oben beschriebenen Versuchen i welchen eine unten mit einer Blase verschlossene, mit irgen einer Salzauflösung gefüllte Glasröhre in das mit einer Säure ge schärfte Wasser eines andern Gefäfses, und von den beiden Me tallen, die mit einander zur Kette geschlossen sind, das ein z. B. das negative Metall in die erstere, das positive Metall das andere Gefäfs eintaucht. Stets wird man, wenn der Ver such lange genug fortgesetzt ist, in dem Gefäfse, in welch sich das positive Metall befindet, alle Säure und in dem andern Gefäfse alle Basis vereinigt finden. Diese Erscheinungen, wie alle Modificationen des galvanisch-chemischen Proces scheinen sich am besten durch die Annahme zweier el. Str erklären zu lassen, wovon jeder beim Austritt in die Flüssig keit seinen respectiven Bestandtheil aus dieser anzieht, ihn mit sich fortführt, und bei der Bewegung der entgegengesetzten E. an entgegengesetzten Polardrahte, oder am entgegengesetzten Me talle frei läfst. Berzelius wendet gegen diese neuerlich von de la Rive [1] aufgestellte Erklärung ein, dafs man nicht ein sehe, warum die EE. sich bei der Begegnung in der Flüssig keit nicht eben so gut vereinigen und die ponderabele Ma terie fahren lassen, die nach dieser Hypothese während des Durchgangs durch die Flüssigkeit in einen gleichen Zu stand, wie die sogenannten Imponderabilien versetzt werden müssen [2]. Aufserdem sollen aber auch die von de la Rive angeführten Versuche durchaus das Gegentheil von einer sol chen Erklärung beweisen. Berzelius berufte sich zum Be

1 Ann. de Chim. et Phys. XXVIII. 200. 201.

2 Siebenter Jahresbericht S. 26.

hervon auf die von ihm gemeinschaftlich mit Hisinger an-
en Versuche, dafs, als er in einem Heber mit nach oben ge-
n Schenkel zwei Salzauflösungen so gofs, dafs sie sich
vermischten, und ein Poldraht (dessen Stelle in der ein-
Kette das auf gleiche Weise el. polarisirende Metall ver-
eine jede Auflösung gestellt wurde, sich im Anfange des
ches auf dem + Drahte die Säure des sich in dem zuge-
Schenkel befindlichen Salzes und auf dem — Drahte das
des in seinem Schenkel befindlichen Salzes abschied, und
ach längerer Einwirkung, nachdem sich die Auflösungen
vermischt hatten, beide Säuren und beide Basen er-
wurden. Waren sie durch Wasser getrennt, so ging
aber eine Zersetzung der Salze vor sich, als bis sie sich
Wasser mit einander vermischt hatten. Eben so wenig,
Berzelius, wie ein einziger Polardraht ohne Mitwirkung
dern eine Zersetzung bewirken könne, eben so wenig
ein flüssiger Körper an dem einen Pole zersetzt, wenn
von dem entsprechenden Pole berührt werde, oder wenn
in diesem etwas vorhanden sey, was auf dem Wege zwi-
den Polardrähten einen Austausch der Bestandtheile be-
können. Der Sinn dieser Einwendung ist nicht klar.
ein einzelner Polardraht so wenig als eine ungeschlossene
keine Zersetzung bewirken könne, wird niemand in Ab-
ellen, da es überhaupt nur die in wirklicher Bewegung
liche, und nicht die, durch blofse Spannung eine gleich-
mende Vertheilung bewirkende E. ist, welche wirksam
zersetzen vermag. Dafs übrigens kein solches Continuum
flüssigen Körpers wie Berzelius es verlangt, welches näm-
auf dem ganzen Wege einen Austausch der Bestandtheile
ihren kann, nothwendig sey, erhellet aus sehr vielen Ver-
en, unter welchen einer von de la Rive selbst angestell-
sehr entscheidend scheint, wo in einem Gefäfse, welches
Zwischenräume von Blasen in drei Abtheilungen getrennt
in den beiden äufsersten, in welche die Polardrähte einer
eingetaucht waren, sich eine Auflösung von schwefelsau-
Zink und in der mittleren Abtheilung eine Salmiakauflöfsung
nd, blofs die Bestandtheile der Zinkauflösung getrennt an
beiden Drähten auftraten, und die Salmiakauflösung unzer-
blieb, wo doch unmöglich ein solcher Austausch auf dem
ten Wege erfolgen konnte. Kein einziger Versuch beweist

auf eine directe Weise jenen Austausch der Bestandtheile, jen in der Strecke von einem Pole zum andern, oder in der einfachen Kette von einem Metalle zum andern abwechselnden Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen, während die wirkliche Wanderung und Ueberführung der kleinsten Theilchen von einem Pole zum andern durch viele Versuche aufser allen Zweifel gesetzt ist. Allerdings läfst sich aber die Wirkungsart jener Ströme in der Hervorbringung dieser Wanderungen noch auf verschiedene Weise auffassen, ohne dafs auf dem jetzigen Standpuncte unserer Kenntnifs von der E. und von der Art, wie sie sich mit den kleinsten Theilchen der Körper verbindet, mit Sicherheit darüber entschieden werden kann. De la Rive scheint allerdings zu weit gegangen zu seyn, wenn er behauptet, dafs in allen Fällen die E. das respective Theilchen, mit welchem sie sich beim Ausströmen aus dem Polardrahte verbindet, nicht eher als am entgegengesetzten Polardrahte oder dem demselben in der einfachen Kette entsprechenden Metalle der einfachen Kette verlasse, wo sie durch ihren Gegensatz angezogen werde; denn mit Recht wendet Berzelius ein, dafs diese Vereinigung der beiden EE. in der Flüssigkeit selbst schon erfolgen könne, auch hat Davy durch entscheidende Versuche bewiesen, dafs die von dem einen Pole zum andern sich bewegenden Theilchen nicht in allen Fällen jenen erreichen, namentlich nicht, wenn entweder der Zwischenraum zwischen den Polardrähten zu grofs ist, oder eine stärkere chemische Affinität sie auf ihrem Wege gleichsam ergreift und zurückhält. Er beobachtete namentlich, dafs wenn ein Mittelgefäfs die beiden Röhren verbindet, in welchen Auflösungen von Metallsalzen oder von Talkerdesalzen sich befinden, die Metalloxyde und die Talkerde den entgegengesetzten Pol, nach welchem sie streben, nicht erreichen, sondern in dem Mittelgefäfse niederfallen und bei der Zersetzung von salzsauren Salzen, schwefelsauren Salzen, Barytsalzen und Silbersalzen konnten die Salzsäure, die Schwefelsäure, der Baryt und das Silberoxyd auf dem Wege nach dem Pole hin, nach welchem sie strebten, durch die mächtige Verwandtschaft, respective des Silbers, des Baryts, der Schwefelsäure und der Salzsäure, die sich in einem Mittelgefäfse befanden, aufgefangen werden.

Nehmen wir an, dafs von je zwei Bestandtheilen eines Körpers der Wasserstoff, oder jeder andere auf eine analoge Weise

sich mit ihm verhaltende, d. h. bei der Zersetzung eines Körpers, in welchen er eingeht, sich wie jener am negativen Pole sammelnde Bestandtheil eine gröfsere Verwandtschaft zu + E, der andere, nämlich der Sauerstoff und jeder sich bei der Ausscheidung aus einem Körper diesem analog verhaltende, Bestandtheil eine gröfsere Verwandtschaft zur — E. habe, so sind es eigentlich drei Kräfte, welche die Zersetzung und insbesondere jene Wanderungen von einem Pole zum andern bestimmen, nämlich einerseits die Anziehung des ponderabelen Stoffes zu seinem imponderabelen Gegensatze, dann die repulsive Wirkung der gleichnamigen E. gegen sich selbst, und die anziehende Wirkung der entgegengesetzten E. gegen einander, und es wird dann auf die Stärke der E. selbst ankommen, ob die Zersetzung zu Stande kommt und wie weit der isolirte Bestandtheil fortgeführt wird. Ein so schwacher el. Strom, wie er z. B. durch eine Kette von Gold und Graphit eingeleitet wird, ist nicht im Stande, das Wasser zu zersetzen, ohne Zweifel, weil die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Wasserstoff mächtiger ist, als die der schwachen positiven E. des Goldes zum Wasserstoff, und der negativen des Graphits zum Sauerstoff. Je schwächer die an den Polardrähten oder an den ihnen entsprechenden Metallen der einfachen Kette angehäufte E. ist, um so weniger ausgedehnt wird die Sphäre ihrer repulsiven Thätigkeit gegen die respectiven Stoffe seyn, und bei einer gehörigen Entfernung der Metalle oder der Polardrähte von einander werden sie entweder gar nicht, oder erst nach viel längerer Zeit an den entgegengesetzten Pol gelangen, wie denn Davy bisweilen erst nach mehreren Tagen den respectiven Bestandtheil an seinem Polardrahte, wohin er von dem entgegengesetzten zu wandern hatte, auftreten sah. Dafs auch die mit der stärksten Spannung begabten EE. nicht im Stande sind, auch nur die schwächsten chemischen Verbindungen aufzuheben, läfst sich einigermafsen daraus begreifen, dafs die nöthige Menge E. sich nicht mittheilen kann, weil sie nicht von ihrem Gegensatze fortdauernd angezogen wird, und dafs die mit freier Spannung begabte E. nicht in das Innere der Flüssigkeiten selbst einzudringen vermag, sondern nach der Oberfläche hin durch die nächtige Repulsivkraft der Theilchen auf einander sollicitirt wird.

Die bisherigen Erörterungen finden sehr leicht ihre Anwendung auf die Erklärung des chemischen Processes in Ketten aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten, in welchen ersteres in

seiner Berührung mit diesen das Aequivalent von zwei Metallen wird, indem die eine Hälfte nun mit +, die andere mit — E. auftritt und folglich auf gleiche Weise zwei einander sich immerfort ausgleichende el. Ströme mit demselben Erfolge eingeleitet und unterhalten werden. Dafs der chemische Procefs durch die Dazwischenkunft von feuchter Blase nicht gehindert wird, ohngeachtet dieselbe der Communication und Wirkung der Flüssigkeiten aufeinander in Massentheilchen (selbst als kleinsten Tropfen) im Wege steht, erklärt sich aus der Natur jenes galvanisch-chemischen Processes, der nur in den kleinsten Theilchen vorgeht, für welche die Blase nicht undurchdringlich ist, weil auch die kleinsten Zwischenräume für Differentiale der Materie immer noch als grofs genug angesehen werden können. In dieser verschwindenden Kleinheit der Atome ist auch der Grund zu suchen, warum selbst mit den vortrefflichsten Mikroskopen keine Veränderung im Innern der Flüssigkeit, keine solche in Bewegung befindliche Theilchen wahrzunehmen sind, sondern alles in der vollkommensten Ruhe in der Zwischensäule zu beharren scheint.

Eine der schwierigsten Aufgaben für die Theorie ist aber die Erklärung jener merkwürdigen Verdoppelung des chemischen Zersetzungsprocesses durch die Unterbrechung der Continuität des flüssigen Leiters durch einen festen, oder die *polare* Thätigkeit des homogenen festen Leiters, die er unter dem Einflusse der Kette (oder der Säule) von welcher er ein Glied ausmacht, erhält. Grotthuss [1] hat in seiner Theorie der Wasserzersetzung diesen Fall zwar mit aufgeführt, aber gleichsam nur als Thatsache, ohne eine eigentliche Erklärung davon zu geben. In gewisser Hinsicht ist indefs diese besondere Form des Processes eine nothwendige Folge der ganzen Construction desselben durch diesen Naturforscher. Denn da die von den beiden ursprünglichen Polen, oder den ihnen correspondirenden beiden Metallen der einfachen Kette ausgehenden abwechselnden Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen auf derjenigen Seite des polarisirenden Zwischenleiters, welche dem ursprünglichen positiven Pole gegenüber steht, so lange fortdauern, als sich dort ein letztes Theilchen Wasser befindet, das seinen Sauerstoff an den freigewordenen Wasserstoff des zunächst angrenzenden Wassertheil-

1 a. a. O. S. 135.

hens abgegeben hat, so mufs eben dadurch das ihm zugehörige Theilchen Wasserstoff frei werden, und umgekehrt mufs sich der Procefs auf der entgegengesetzten Seite verhalten, d. h. ein Theilchen Sauerstoff frei werden, wie dieses durch die Zeichnung Fig. 119. anschaulich dargestellt wird, wo a und d die mit den Polen einer Säule verbundenen Drähte darstellen, deren Stelle in der einfachen Kette das Kupfer und Zink vertreten. Eben so läfst sich diese Erklärung sehr wohl auf alle Fälle von Zersetzungen anwenden, wo auf beiden Seiten die Flüssigkeit eine gleichförmige Auflösung einfacher oder auch verschiedener zusammengesetzter Körper ist. Auch folgt daraus von selbst, dafs die Mengen Sauerstoff und Wasserstoff an den Polen stets in demjenigen Verhältnisse auftreten müssen, in welchem sie wieder mit einander Wasser geben, man mag nun den Sauerstoff und Wasserstoff des trockenen Zwischenleiters auf einander, oder auf den Wasserstoff und Sauerstoff der ursprünglichen Pole beziehen. Indefs stellen sich auch dieser Erklärung alle die Einwendungen entgegen, welche schon oben bemerklich gemacht worden sind, und aufserdem bleibt sie die Rechenschaft von dem Einflusse schuldig, welchen die eigenthümliche Beschaffenheit des interpolirten festen Leiters auf den Procefs hat.

Befriedigender fällt, wenigstens dem ersten Anschein nach, die Erklärung in dem Sinne der zweiten Hypothese aus, indem die blofse Undurchdringlichkeit des festen Leiters für die von dem einen Pole zum andern übergeführten Stoffe einen hinlänglichen Grund dieser Verdoppelung des Processes giebt. Der mit einem Ueberschusse von + E. überladene und vom + Pole zurückgetriebene Wasserstoff, und so jeder andere analoge + el. Bestandtheil, findet in dem Durchgange durch die Flüssigkeit selbst zwar keinen Widerstand wegen der Beweglichkeit der Theilchen derselben, kann aber in den festen für ponderabele Stoffe undurchdringlichen Leiter mit der E. selbst nicht eindringen, die ihn gröfstentheils verläfst, indem sie durch die Repulsivkraft der hinten nachströmenden E. vorwärts getrieben wird, und an jedem Puncte, wo die + E. in den Leiter eindringt, wird also der übergeführte Bestandtheil frei werden. Derselbe Fall findet auf eine entgegengesetzte Weise vom andern Pole her statt, und so treten jedesmal an den beiden einander gerade entgegengesetzten Enden die entgegengesetzten Bestandtheile des Wassers oder jedes andern zusammengesetzten Körpers auf,

der auf der einen oder andern Seite dem el. Strome und sein zersetzenden Kraft unterworfen ist.

Mehr Schwierigkeit hat die Erklärung der Zersetzung durch einen einseitigen el. Strom, wie ihn die von Volta selt aufgestellte Theorie annimmt. Im Sinne derselben mufs m behaupten, dafs die Zersetzung zunächst nur an dem positiv Metalle oder dem positiven Polardrahte vorgeht, dafs die an strömende E. sich des Wasserstoffs bemächtigt und den Sau stoff daselbst frei macht, dessen sich das positive Metall bemäch tigt, oder welcher gasförmig auftritt, wenn der Polardraht v Platin oder Gold ist, und dafs dieselbe + E., wenn sie in d negative Metall oder den negativen Polardraht einströmt, d Wasserstoff ihrerseits wieder fahren läfst, welcher daselbst i Gasform entweicht. Dasselbe würde auch mit allen andern B standtheilen, die von der positiven nach der negativen Sei übergeführt werden, der Fall seyn, mit den Laugensalzen, d Erden, den Metalloxyden, welche letztere selbst erst an dies Pole durch den von seiner E. losgelassenen Wasserstoff reduc werden. Bei der Unterbrechung des flüssigen Leiters durch ei nen festen würde dieselbe E., nachdem sie beim Eintritte in de selben den Bestandtheil, welchen sie mit sich geführt, an dies Ende abgesetzt und denselben durchströmt hat, bei ihrem Au gange auf dieselbe Weise wieder wirken, den Wasserstoff od den demselben analogen Bestandtheil mit sich führen, und a dem andern Metalle oder Polardrahte absetzen. Dieser Erkl rung stellt sich indefs eine grofse Schwierigkeit entgegen. E ist nämlich durch die bereits oben angeführten Erfahrungen au allen Zweifel gesetzt, dafs ganz gleiche Wanderungen un Ueberführungen der Stoffe von dem negativen wie von dem p sitiven Pole aus statt finde. Hier könnte man dem Gesetze ge mäfs, welches die Franklin'sche Theorie annimmt, und auf ihr Art zu erklären weifs, dafs nämlich auch negativ el. Körper al abstofsen, annehmen, dafs das negativ el. Metall oder der ne gative Polardraht den negativen Sauerstoff zurückstofse, wel auf diese Weise nach dem entgegengesetzten Pole, durch wel chen er überdies als den ihm freundlich el. angezogen wird, ge langen mufs. Es scheint aber widersprechend, dafs die + E welche sich mit dem Wasserstoffe verbindet und diesen mit sich fortführt, zugleich den Sauerstoff anziehe, und gleichsam in ei ner entgegengesetzten Richtung zurückführe. Ueberhaupt la-

...ch die Anziehungen und Abstoſsungen, welche die gleich-
...ehenden und mit Spannung begabten Elektricitäten ausü-
...icht wohl zur Erklärung von Erscheinungen anwenden,
...n der in wirklicher Bewegung befindlichen strömenden E.
...en, und die gerade mit um so gröſserer Lebhaftigkeit er-
...r, je ungehinderter die Strömung statt findet, d. h. je mehr
...pannung der E. auf 0 herabsinkt. Ueberdies ist die An-
...e einer schon vorhandenen freien resp. + und — E. der
...theile des Wassers, vermöge welcher sie von den ent-
...enden Polen angezogen und abgestoſsen werden, eine ganz
...liche, welche sich durch keine einzige directe Erfah-
...beweisen läſst, und welcher der Umstand entgegensteht,
...ese entgegengesetzten Elektricitäten, wenn sie in der
...r der Verbindung der Bestandtheile mit einander diesen
..., doch bei der Bildung des Wassers sich vollkommen
...ausgleichen müssen.

... Auch von den in Nr. 43 näher beschriebenen
...e-Erscheinungen als Wirkungen der galv. Action, und
...besondern Bedingungen und Gesetzen giebt die Theorie
...el. Stromes oder Kreislaufes als des hierbei wirksamen
...eine vollkommen befriedigende Rechenschaft. Wir wis-
...den Versuchen mit der Leidner Flasche, den Erschei-
...der des Blitzes u. s. w., daſs überall, wo sich groſse Quan-
...von E. mit einander ausgleichen, oder in der Franklin'-
...Sprache groſse Quantitäten von E. gedrängt durch die
...hindurchströmen, jedesmal Temperaturerhöhung statt
...die nach Maſsgabe der Quantitäten den höchsten Grad
...- und Weiſsglühhitze erreichen kann. Alle Bedingun-
...welche die Verstärkung des el. Stromes begünstigen, und
...einzelnen Stellen seines Kreislaufes in Körpern, welche
...eigenthümlichen Natur nach die Wärme-Anhäufung eher
..., concentriren, werden daher auch die Phänomene der
...e-Erzeugung in einem gesteigerten Grade hervorbringen.
...scheinbar Wunderbare der Wirkung des kleinen Wollaston'-
...Apparats erklärt sich so auf eine befriedigende Weise. Bei
...groſsen Leitungsvermögen der Salzsäure für E. wird fort-
...nd eine groſse Menge von dieser im Kreislaufe bewegt,
...der Platindraht bei all seiner Feinheit als ein bei glei-
...Durchschnitte so viele tausendmal besserer Leiter (s. *Lei-*
...rleiten kann, aber doch so viel Widerstand entgegensetzt,

dafs, wie in allen solchen Fällen eine starke Wärmeerz
erregt werden mufs, wozu sich gerade Platin vor allen M
als der relativ schlechteste Leiter, unter denselben am
eignet, indem er zugleich die Wärme, bei seiner relativ
gen Capacität für diese, am freisten hervorbrechen lafst.
mit Vergrölserung der mit der Flüssigkeit in Berührung
lichen Metallflächen auch dickere Drähte von ansehnlich
ge durch einen solchen el. Strom der einfachen Kette zu
hen gebracht werden können, folgt von selbst, und da
liche Zutreffen des Erfolgs ist ein neuer Beweis für die R
keit der Theorie, welche einen solchen fortdauernden St
nimmt. Diese Versuche zusammen mit den Versuchen ü
chemischen Zersetzungen beweisen zugleich am augen
lichsten die aufserordentliche Menge von E., welche auch
die kleinsten galv. Apparate in Bewegung gesetzt wird,
dieselben die wirksamsten Elektrisirmaschinen übertreffen.
fortdauernder Strom einen ähnlichen feinen Platindraht,
im Wollaston'schen Apparate, nicht einmal erwärmt. D
derbare Anomalie, welche die ungeheure einfache Ke
Children darbietet,[1] habe ich bereits oben aus einer se
Verwandlung jenes Platindrahtes in Rauch zu erklären
Auf keinen Fall hat man mit Hare nöthig, das galv
dum, welches durch die einfache Kette oder Säule in Be
gesetzt wird, als eine eigenthümliche Verbindung von
Wärmestoff und dadurch von der gewöhnlichen Reibungs
cität abweichend anzusehen, aus welchem der Wärme
Freiheit gesetzt werde, während E. durch die Leiter von
Ende zum andern sich fortpflanze. Er sieht als einen en
denden Beweis hierfür die Wirkung des galvanischen
auf die Holzkohle an, welche zunächst den Metallen al
der besten Leiter der E. und als der schlechteste Wärm
deshalb die letztere anhalten, die erstere aber durchgehen
werde, weswegrn sie dann auch, zwischen die Pole de
ta'schen Apparats gebracht, dem intensiven Glühen bes
unterworfen sey, während sie mit der gewöhnlichen E.
Eigenschaft nicht zu zeigen scheine. Mir sind keine Ve
bekannt, welche diese letztere Behauptung bestätigten, vi
scheint die Entzündung des Schiefspulvers durch einen ge

1 Schw. XXVI. 313.

el. Strom, welche ohne Zweifel von einem Erglühen der
e desselben abhängt, gerade das Gegentheil zu beweisen,
en der Umstand, dafs die Kohle zwar noch ein sehr gu-
ter der E. ist, aber doch den Metallen darin nachsteht,
den Grund ihres heftigeren Erglühens zu enthalten, wie
ch das Platin aus demselben Grunde, weil es schlechter
übrigen Metalle leitet, leichter zum Glühen gebracht
. Dafs übrigens grofse galvanische Apparate bei den stark-
ufserungen von E., wie namentlich die sogenannten
ischen oder trockenen Säulen[1] gar keine Wärmeerzeu-
bewirken, während ein einfacher Elektromotor, wie Ha-
Deflagrator, an welchem kaum eine Spur von freier el.
ung mit Hülfe der empfindlichsten Condensatoren auszu-
n ist, eine Quelle von so aufserordentlicher Wärme ist,
durchaus nicht als ein Beweis, dafs die Wärme nicht die
bare Wirkung der el. Thätigkeit der galv. Apparate sey,
en werden, indem sich diese Verschiedenheiten sehr
klären lassen, sobald man darauf Rücksicht nimmt, dafs
cht durch ihre freie Spannung, sondern durch ihre Strö-
er nach der dualistischen Ansicht durch die wechsel-
Ausgleichung ihrer Gegensätze die Wärme erzeuge, und
desto höherem Grade, je eine gröfsere Quantität in ei-
gebenen Zeit durch einen Körper hindurchströmt, oder je
Quantitäten sich in demselben ausgleichen, wovon bei
lang der Wirkungen der verschiedenen Volta'schen
her die Rede seyn wird.

Wie endlich die magnetische Thätigkeit der Glieder einer
enen Kette oder Säule von dem el. Strome abhänge, und
ihrer Stärke nach wachse in dem Verhältnisse, in wel-
e äufseren Bedingungen der Verstärkung dieses Stromes
sind, davon ist schon an seinem Orte unter dem Artikel
Galvanomagnetismus[2] gehandelt worden, und die Richtigkeit
Ableitung hat kürzlich eine neue Bestätigung durch die
Colladon's[3] erhalten, welcher mit Hülfe eines
ators von 100 und noch auffallender von 500 Windun-
t blofs durch den el. Strom einer Batterie und selbst ei-
nzelnen Leidner Flasche, welche durch Annäherung ei-

[1] S. diesen Artikel.
[2] III. Bd. S. 473.
[3] Schw. N. R. XVIII. 286.

ner Spitze allmälig entladen wurde, sondern selbst einer
men Cylinder-Maschine, mit deren Reibzeuge und erster
die beiden Enden des Multiplicators in unmittelbarer Ver
gesetzt worden waren, sehr starke Abweichungen der
nadel, und zwar ganz auf dieselbe Weise erhielt, wie
in der Theorie der einfachen Kette angenommenen Richt
el. Stroms gemäfs erfolgen mufsten.

59. Nach Volta's Theorie hat, wie wir sahen,
sige Leiter wesentlich keine andere Function, als den
von dem einen Metalle zum andern, oder von der einen
einen Metalle zu der des andern zu vermitteln, und
setzung desselben, so wie überhaupt der chemische
den der flüssige Leiter stets in die Kette mit einführt, ist
zufolge ganz gleichgültig für die Erregung des el. Stro
Kette. Nun konnte und durfte aber die Theorie den
den Einflufs, welchen die besondere Beschaffenheit de
ten Leiters auf die Stärke des el. Stromes so unleugbar
nicht übersehen, sie glaubte aber diesen Einflufs beiw
theils aus dem verschiedenen Leitungsvermögen der ver
nen Flüssigkeiten für die E., theils aus dem verschiedenen
tromotorischen Verhalten der verschiedenen Flüssigkeiten
die verschiedenen Erreger der ersten Classe erklären zu
Dafs alle Umstände, welche auf die Leitung in der ge
nen Kette Einflufs haben, auch auf die Stärke der galv
influiren, ist keinem Zweifel unterworfen, man mag
Stärke der Action nach der Wirkung auf die Mag
oder nach der Lebhaftigkeit des chemischen Processes
nach der Wärmeerzeugung in einem metallischen Drahte
welchen der el. Strom hindurch zu gehen gezwungen
stimmen. Der Effect wird für jedes gegebene Paar Ele
turen jedesmal am stärksten seyn, wenn der flüssige L
rade eben so viel Leitung gewährt, als von einem Me
andern impellirt wird, oder nach der Theorie zweier
von den Puncten aus, in welchen sich die beiden g
auf einander wirkenden Metalle berühren, nach den entg
seteren Seiten + und — strömt. Da die Flüssigkeiten, a
am besten leitenden, viele tausendmal schlechter leiten
Metalle, und das Quantum der Leitung für jeden Leiter
Verhältnisse zunimmt, in welchem derselbe der durch
den E. einen gröfseren Durchschnitt darbietet, so wi

die Gleichheit der Leitung hervorzubringen, die Oberfläche welcher die Metalle die Flüssigkeiten und überhaupt den iten Leiter berühren, viele tausendmal gröfser machen müs- als die Berührungsfläche der beiden Metalle unter einander, wenn daher diese auch gleichsam nur in einem Puncte mit ider communiciren, oder durch einen dünnen Draht zu- nenhängen, so wird eine Ausdehnung der Oberfläche der lle zu mehreren Quadratschuhen für eine gegebene Flüssig- , die an sich ein schlechter Leiter ist, vielleicht noch nicht richen, um alle durch die Wirkung der Metalle auf einan- erzeugte E. zu erschöpfen, oder eben so schnell durch sie urch zu leiten, als sie von dem einen Metalle zum andern ttieben wird. Damit stimmen auch alle Erfahrungen voll- men überein. Man begreift ferner, dafs bei gleicher Ober- e der beiden Elektromotoren der el. Strom um so lebhafter wird, je besser die Flüssigkeit an und für sich leitet, und rhalt sich auch im Allgemeinen die Sache, indem Säuren Zwischenleiter die schärfste Wirkung geben, demnächst sal- Flüssigkeiten, Wasser aber, welches nach MARIANINI's chen [1] sogar 100 mal schlechter leitet, als gewöhnliches sser, allen Flüssigkeiten in dieser Hinsicht bei weitem steht. Wenn diejenigen Flüssigkeiten, die einen lebhaften schen Proceſs mit dem einen oder andern Metalle einge- hierin einen Vorzug vor andern haben, so kommt hierbei die innigere Berührung in Betrachtung, in welche sie mit Theilen des Metalls eben durch diesen chemischen Proceſs gen, indem bei einer E. von so äufserst schwacher Span- auch der kleinste Zwischenraum ein schon hinlängliches ernifs für die Fortleitung abgeben kann. Da die Ausdeh- der Leiter in die Länge der Fortleitung der E. hinderlich begreift man auch, warum eine grofse Strecke des flüssi- ters zwischen den Metallen die galv. Action, wenn sie ich in einem Kreislaufe der E. besteht, beschränken mufs, die Versuche vollkommen zusammenstimmen, nach welchen etische Thätigkeit, die Wärmeerzeugung in dem Drahte, beiden Elektromotoren verbindet, und die chemische ung der Flüssigkeit um so lebhafter werden, je dünner cht der Flüssigkeit ist, welche die Metalle von einan-

[1] chw. N. R. XIX. 201.

der trennt. Marianini [1] hat neuerlich noch eine Reihe inter essanter Versuche bekannt gemacht, welche den Einfluss d verschiedenen Umstände, die das Quantum der el. Leitung b stimmen, auf die Wirksamkeit der einfachen galvanischen Ket aus zwei Elektromotoren der ersten Classe und einer Flüssigke sofern dieselbe durch die Gröfse der Abweichung der Magnetna del gemessen wird, deutlich darthun. So fand er im Allg meinen die Action verstärkt durch Erhöhung der Temperat der angewandten Flüssigkeit, wodurch bekanntlich das Leitung vermögen für E. erhöhet wird, jedoch zeigte sich diese Zuna me bei verschiedenen Flüssigkeiten um so geringer, je be sere Leiter sie an und für sich sind. Dabei war es merk würdig, dafs wenn das Leitungsvermögen durch Erhöhu der Temperatur von einem gewissen Puncte aus bis zu ei nem beliebigen höheren zugenommen hatte, die Abnahme b rückgängiger Abkühlung nicht so viel betrug, als die Zu nahme, und die Flüssigkeit erst nach ziemlich langer Zeit d ursprüngliches Leitungsvermögen wieder erhielt, wie man a besten aus folgenden Zahlen ersehen wird, welche für destil tes Wasser mit $\frac{1}{100}$ salzsauren Natrons versetzt und ein Kupf Zink Paar von 3 Quadratzoll Berührungsfläche die Zu- und Ab nahme des Leitungsvermögens durch Abweichungen der Magn padel angeben.

Temp.	6°	Abweichung	2° 00′	Temp.	80°	Abweichung	10° 0
—	60°	—	5 30	—	60	—	7 3
—	70	—	7 00	—	45	—	6 0
—	80	—	10 00	—	32	—	5 3
				—	24	—	5 0
				—	10	—	3 0

Was die Ausdehnung der Flüssigkeit zwischen den beid Elektromotoren betrifft, so fand Marianini, dafs die von d Vergröfserung des Abstandes der beiden Elektromotoren v einander abhängige Wirkungsabnahme um so rascher vorwär schreitet, je unvollkommener die Flüssigkeit leitet. So gab a Zink-Graphit-Paar von drei Quadratzoll Oberfläche in d verschiedene Mischungen eingetaucht, folgende Resultate:

---

1 Schw. N. R. XIX. 8. 50 ff.

		Destillirtes Wasser mit			
Abstand		$\frac{1}{1000}$ Kochsalz	$\frac{1}{30}$ Kochsalz	$\frac{1}{30}$ Kochsalz	$\frac{1}{100}$ Schwefelsäure
0″	3‴	4° 00′	8° 00′	3° 30′	
1	6	1 45	5° 30	12 00	
5	0	1 00	3 00	8 30	

In reinem destillirten Wasser wurde eine kleine Abweichung der Magnetnadel, welche ein grofses Zink-Graphit-Paar bei einem Abstande von nur einer Linie hervorbrachte, durch die geringste Vergröfserung des Abstandes auf 0 herabgebracht. In verdünnter Schwefelsäure fiel die nämliche von einem kleinen Zinn-Zink-Platten-Paare bewirkte Abweichung nicht merkbar verschieden aus, als der Abstand dieser Platten von 1 L. bis auf mehr als 1 Z. vergröfsert wurde. Besonders bemerkenswerth hierbei ist es, dafs die Summe der feuchten Lagen in einer aus einer Anzahl von Platten-Paaren zusammengesetzten Säule den el. Strom unabhängig von dem Einflusse der Wechsellagen eben so schwächte, als wenn alle jene Lagen zu einer einzigen vereinigt und zwischen beide Platten eines einzigen Paares gelegt wurden. Bei 6 Platten-Paaren aus Kupfer und Zink, die in 6 grofse, mit Meerwasser gefüllte, Becher eingetaucht wurden, und der Zwischenraum des flüssigen Leiters zwischen je zwei Platten 5 Zoll und also im Ganzen 25 Z. betrug, fand keine Abweichung statt, jedoch wuchs diese zu 1°, als der Zwischenraum auf $\frac{1}{4}$ Z. reducirt wurde, die Summe also 3 Z. betrug. Ganz dasselbe Verhältnifs gegen die Magnetnadel fand statt, als zwischen den Platten eines einzigen Paares der Zwischenraum des flüssigen Leiters das eine mal 30 Z. das andre mal 3 Z. betrug. Was endlich noch bei Gleichheit der angegebenen Umstände den Einfluss der besondern Beschaffenheit des flüssigen Leiters betrifft, sofern derselbe blofs einer Verschiedenheit des Leitungsvermögens der verschiedenen Flüssigkeiten zugeschrieben wird, so fand Marianini das Leitungsvermögen des Meerwassers 100 mal gröfser als das des destillirten Wassers, indem dasselbe bei 5 mal geringere Oberfläche der Platten-Paare eine 20 mal gröfsere Abweichung der Magnetnadel bewirkte, und dieses Leitungsvermögen des Meerwassers = 100 gesetzt ergaben sich aus der verschiedenen Gröfse der Abweichungen der Magnetnadel folgende Werthe für

das Leitungsvermögen von Auflösungen von je einem Theile de Substanz in 100 Theilen Wasser [1]:

Blausaures Natron	10,96	Benzoes. Kali	76,5
Blausäure	18,27	Salpeters. Kali	78,3
Flüssiges Ammoniak	26,45	Schwefels. Kali	80,0
Natron	32,6	Salzs. Natron	84,7
Phosphors. Kali	44,74	Alaun	85,0
Borax	45,31	Citronensäure	85,7
Phosphors. Natron	46,0	Essigsäure	87,0
Brechweinstein	50,7	Weinsteins. Kali	92,0
Schwefels. Zink	51,64	Weinsteinsäure	98,6
Chlors. Baryt	53,23	Salzs. Kalk	110
Kali	55,68	Phosphorsäure	127
Salzs. Eisenoxydul	56,53	Eisensalmiak	136
Salpeters. Kalk	57,0	Kleesaures Kali	149
Essigsaures Kali	59,2	Salmiak	150
Salpeters. Baryt	60,	Essigs. Kupfer	154
Schwefels. Eisenoxydul	62,26	Salzsäure	164
Saures weinsteins. Kali	62,4	Sauerkleesäure	179
Schwefels. Magnesia	62,64	Schwefelsäure	230
Essigs. Natron	64,9	Schwefels. Kupferoxyd	258
Doppelt kohlens. Kali	66,7	Salpeters. Quecksilber-	
Neutrales Chlors. Kali	68,9	oxydul	278
Kohlensäuerl. Natron	69,2	Salpeters. Silber	298
Benzoesäure	70,67	Salzs. Gold	307
Mekons. Ammoniak	71,15	Salpetersäure	353
Schwefels. Natron	74,2	Salzsaures Platin	418

Dabei bemerkte Marianini noch, dafs die Leitungsfähigkeit beinahe im Verhältnifs mit der Menge der aufgelösten Substanz wächst, langsamer jedoch, wenn man sich dem Sättigungspuncte nähert, doch ohne dafs diese Zunahme einfache Verhältnisse dargeboten hätte. Auch bemerkte er, dafs das Leitungsvermögen verschiedener Flüssigkeiten für verschiedene Platten-Paare nicht in gleichem Verhältnisse stehe, und meint, dafs die chemischen oder elektormotorischen Wirkungen, welche Metalle und Flüssigkeiten auf einander ausüben, die Ursache dieser Anomalieen seyen.

---

1 Schweigg. XIX. 298.

Auch der merkwürdige Einfluſs der relativen Vergröſserung der Berührungsfläche des negativen Metalls mit der Flüssigkeit, gegen diejenige mit derjenigen des positiven Metalls, auf die Verstärkung der Wirkung, lieſse sich vielleicht aus einem Leitungsverhältnisse erklären. Zu den bereits oben angeführten Erfahrungen füge ich hier noch die von MARIANINI hinzu, welcher zufolge die Wirkung bisweilen noch zunahm, wenn die Zinkfläche das Hundertfache der Zinkfläche betrug, in andern Fällen aber schon beim Vierzigfachen der Kupferfläche die Wirkung ihr Maximum erreicht hatte. So lange die Zinkfläche mehr als den 10ten Theil der Kupferfläche ausmacht, wächst die Wirkung sehr rasch, mit Vergröſserung der letzteren, langsam aber in gleicher Maſse, als man sich von dieser Grenze entfernt. Wurde von der Gleichheit der Flächen beider Metalle ausgegangen, so wurde die Wirkung durch zehnfache Vergröſserung der Kupferplatte vervierfacht, so wurde sie doch kaum vervierfacht durch eine dreiſsigfache Vergröſserung. Bei Vergröſserung der Zinkfläche gegen die Kupferfläche wurde nur anfangs die Wirkung um äuſserst wenig vermehrt und erhielt bald nicht mehr den geringsten Zuwachs. Eine Steigerung der Wirkung durch Vergröſserung der Berührungsfläche des negativen Metalls zeigte sich für alle Combinationen von Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer, Messing, Silber, Gold und Platin. Nun hat RITTER [1] durch eine sehr ausführliche Inductionsreihe allen Zweifel gesetzt, daſs mit der Oxydirbarkeit der Metalle ihr Leitungsvermögen in geradem Verhältnisse steht. Dieses Resultat steht freilich in directem Widerspruche mit den auf andere Weise erhaltenen Resultaten DAVY's [2] und BECQUEREL's [3] welchen zufolge die weniger oxydirbaren Metalle, Platin, Gold, Silber, Kupfer, die besten Leiter, die mehr oxydirbaren dagegen die schlechteren Leiter, und nach BECQUEREL das am meisten oxydirbare Metall, das Kalium sogar der schlechteste Leiter seyn würde [4]. RITTER ist besonders durch genaue Analyse der Versuche VAN MARUM's über die verschiedene Erschütterbarkeit der verschiedenen Metalle durch el. Entladungen zu einem interessanten Resultate gelangt, das aber noch durch

---

1 El. System S. 172. Anm.

2 G. LXXI. 225.

3 Bulletin général Mai 1825.

4 S. den Artikel: *Leiter*.

eine Menge anderer Erfahrungen unterstützt wird, und was schon aus früheren Versuchen Priestley's hervorging Diesem Resultate zufolge würde das Leitungsvermögen der Metalle in derselben Ordnung abnehmen, wie ihre Negativität in der Spannungsreihe zunimmt und vom besten Leiter ausgegangen so auf einander folgen: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Messing, Silber, Gold [1]. Schlägt man das Leitungsvermögen des Zinks auf wenigstens das Zehnfache desjenigen des Kupfers an, eine Schätzung, die nach jenen Erfahrungen nicht übertrieben seyn dürfte, so erklärt sich befriedigend die Erfahrung, dafs in einer Kette von Zink und Kupfer letzteres wenigstens die zehnfache Oberfläche des ersteren erfordert, um das Maximum von Wirkung zu haben, und warum überhaupt in allen Combinationen zweier Metalle dem negativen, d. h. dem weniger oxydirbaren, die gröfsere Oberfläche ertheilt werden mufs.

60. Es bieten sich indefs Verhältnisse auch schon in der einfachen galvanischen Kette dar, welche gegen die Zulänglichkeit des zur Erklärung der Erscheinungen derselben von Volta aufgestellten Princips streiten und welche zu wesentlichen Abweichungen von dieser Theorie Veranlassung gegeben haben. Wenn nämlich auch alle Stimmen (mit Ausnahme einer gewissen naturphilosophischen Ansicht Einzelner Wenigen, die von elektrischen Materien und Strömungen derselben überall nichts gelten lassen will, und von welcher am Ende noch die Rede seyn wird) dieser Theorie darin ihren Beifall schenkten, dafs ein solcher el. Strom oder Kreislauf von E., sey es nun ein einseitiger oder ein doppelter, durch die Kette hindurch statt finde, so brachte man dennoch jenen merkwürdigen chemischen Procefs, den man als die wesentliche Bedingung für die Wirksamkeit einer galvanischen Kette ansah, in eine andere Beziehung damit, als durch Volta geschehen war, welcher denselben als eine blofse Wirkung der el. Action damit verknüpft hatte. Jenes geschah aber auf eine dreifach verschiedene Weise, indem einige diesen chemischen Procefs zwischen den festen und flüssigen Erregern als die eigentliche Quelle der in der Kette wirksamen E. betrachteten und in der chemischen Einwirkung die Ursache jener polaren el. Spannung zwischen den festen und flüssigen Erregern, welche das Wesen aller

1 Ritter a. a. O. S. 202.

Galvanismus ausmacht, suchten; andere zwar die Elektricitätserregung von der blofsen Berührung der Körper und insbesondere der Metalle unter einander abhängig annahmen, aber die Fortdauer dieser Erregung, oder die immer wiederkehrende Anfachung als wesentlich geknüpft an den chemischen Procefs ansahen; endlich noch andere das Wesen des Galvanismus in die Combination eines ganz eigenthümlichen chemischen Processes mit der elektromotorischen Wirkung der Körper und insbesondere der Metalle auf einander setzten. Als Repräsentant der ersten Ansicht kann man Ritter, denjenigen der zweiten Davy und denjenigen der dritten Dr. Jäger ansehen.

Ritter hat seine Theorie am ausführlichsten in seinem el. System der Körper entwickelt. Er sieht durch eine erschöpfende Induction den allgemeinen Satz als hinlänglich begründet an[1]: „dafs in einer galvanischen Kette nur dann Action statt hat, wenn wenigstens der eine Leiter erster Classe, oder, wenn überhaupt nur einer in ihr vorhanden ist, dieser *eine* auch *aufserhalb* der Kette für sich schon von dem Leiter zweiter Classe, oder, wenn zwei derselben vorhanden waren, von wenigstens einem derselben chemisch angegriffen wird, und dafs die Action in jener in dem Grade statt hat, als dieses geschieht, d. h. in ihrer Stärke gleichen Schritt mit der chemischen Action hält."

Zum Beweise, dafs nur dieses allgemeine Princip zur Erklärung aller Erscheinungen ausreiche, und das Volta'sche nicht genüge, führt er mehrere Fälle an, in welchen entweder gar keine galvanische Action statt fand, die doch nach der Volta'schen Theorie hätte eintreten sollen, oder die Wirkung nicht dem Grade nach mit der Intensität der von dieser Theorie angenommenen Ursache übereinstimmte, dagegen in diesen und in allen bis jetzt bekannten Fällen die Erfolge sich genau dem von ihm aufgestellten allgemeinen Principe gemäfs verhielten. Nach Ritter sollen nämlich Silber und Gold oder Silber und Platin unter *Salzsäure* keine bemerkliche Wirkung geben, wohl aber, und sehr starke, unter *Salpetersäure*. In beiden Ketten seyen die Metalle dieselben, auch in der Leitung sey kein Unterschied, da Salzsäure unter die besten Leiter zweiter Classe gehöre; der einzige Unterschied dieser beiden Ketten sey blofs

1 a. a. O. S. 49.

der, dafs das Silber, welches in der wirksamen Kette Oxygenpol ist, dasjenige Metall sey, auf welches die Salpetersäure auch aufser der Kette von grofser Wirksamkeit, die Salzsäure dagegen von keiner ist. Andererseits gebe Gold mit Platin in der Salpetersäure aufs innigste verbunden, keine Wirkung. Ja auch das allerempfindlichste Froschpräparat werde durch diese Kette nicht afficirt, was dem aufgestellten Principe vollkommen gemäfs sey, da Salpetersäure auch aufser der Kette auf keines dieser Metalle wirkt, mit der Volta'schen Theorie aber im Widerspruch stehe. Für den zweiten Haupttheil des aufgestellten Princips, dafs die Stärke der Action stets im geraden Verhältnisse mit der chemischen Action, die auch aufserhalb der Kette statt finde, stehe, aber keinesweges nach dem Principe der Volta'schen Theorie im Verhältnisse der elektromotorischen Action, wie sie durch die Spannungsreihe bestimmt ist, oder der Gröfse der Leitung, dafür sollen vollends eine Menge Beispiele sprechen. So geben manche Amalgame, ungeachtet sie selbst mit dem Zinke noch + werden, also vom Golde und Platin weiter abstehen, und folglich eine kräftigere el. Erregung mit demselben eingehen, mit welcher die galvanische Action gleichen Schritt nach VOLTA halten müfste, doch weniger Wirkung unter *Salzsäure* mit dem Golde oder Platin, als das Zink, das aber auch seinerseits aufser der Kette mit der Salzsäure eine lebhaftere chemische Action eingeht, als diese Amalgame. So wirkt Zinn mit Platin unter Salzsäure sehr stark, Blei mit Platin dagegen äufserst schwach, ungeachtet das Blei in der Spannungsreihe sogar weiter vom Platin absteht, als das Zinn, und also eine stärkere Impulsion von Platin aus gegen das Blei, als gegen das Zinn und damit eine stärkere el. Strömung statt finden sollte. Es mufs also hier ein anderes Verhältnifs von wesentlichem Einflusse seyn, als das elektromotorische, und zwar eben das chemische, da Zinn auch aufser der Kette viel stärker von der Salzsäure angegriffen wird, als Blei. Ueberhaupt wirken je zwei Metalle in einer gegebenen Saure nach RITTER bei weitem nicht genau nach ihrem Abstande in der Spannungsreihe von einander; Zink steht von Platin gewifs nicht noch einmal so weit ab, als Blei von Platin, und doch ist die Action der ersten Verbindung viele Male stärker als die der letzten. Eben so ist der Wirkungsunterschied von Zink und Platin (Gold, Silber u. s. w.) und von Eisen, Kupfer,

...nth, Spiefsglanz, Kobalt, Zinn und Platin aufserordent-
...el gröfser, als er der blofsen Spannungsreihe nach seyn.
... Dasselbe gilt von der Wirkung des Zinks mit Zinn ver-
...n mit der von Zinn mit Gold, Silber oder Platin. Ueber-
... hat das Zink im Galvanismus einen Vorzug vor allen
...n Metallen, aber es ist gerade auch dasjenige Metall, auf
...s alle Säuren und Salze auch für sich, mit so gröfser Hef-
... einwirken. Auch von den flüssigen Leitern geben im-
...nigen die gröfste Action, welche auf das eine von den
... Metallen am heftigsten wirken, insbesondere dasselbe
...schnellsten oxydiren und zugleich den sich entbindenden
...stoff condensiren (indem er z. B. zur Reduction von
...yden verwendet werden kann), wie namentlich die
... säure, die oxydirte Salzsäure; nächst ihnen diejenigen
...auflösungen in Säuren, in denen die Metalle am stärksten
... sind; dann folgen die Salzsäure, die Schwefelsäure und
...tralsalze aus diesen Säuren und der Salpetersäure. Das-
...selbe zeigt sich auch in Ketten aus einem trockenen Erreger
... zwei Flüssigkeiten. Immer mufs die eine Flüssigkeit che-
...sch auf das eine Metall wirken, und die Wirkung ist am
...sten, wenn die beiden Flüssigkeiten auf den entgegenge-
...setzten Seiten des Metalls entgegengesetzte Wirkungen ausüben,
...sich gleichsam wechselseitig unterstützen, z. B. in Ketten
...Zucker, Schwefelleber, Salpetersäure, Kupfer, welche
...Kette auch auf die Magnetnadel eine aufserordentliche
...Kraft ausübt. Dagegen will Ritter in Ketten aus Salz-,
...Salpeter- oder Schwefelsäure, Wasser und Gold oder Platin, in
...denen keine chemische Wirkung der Flüssigkeit auf das Me-
...tall findet, nie eine Spur von Wirkung wahrgenommen ha-
...ben. Zu diesen ältern Erfahrungen lassen sich noch einige
...neue von Davy, Becquerel u. a. hinzufügen. Davy hat
...besonders in seiner neuesten Vorlesung[1] „über die Verhält-
...nisse der elektrischen und chemischen Veränderungen", die
...chemische Action in Ketten aus einem Metalle und zwei Flüs-
...sigkeiten untersucht, und gleichfalls für Ketten aus einem Me-
...talle, einer Säure und einer alkalischen Flüssigkeit das allge-
...meine Gesetz aufgestellt, dafs die mehr oxydablen Metalle,
...als Kohle und Silber, eine um so stärkere galvanische Action

1 Ph. Tr. 1826. p. 383.

zeigen, d. h. einen um so kräftigeren el. Strom geben, je stärker die chemische Wirkung ist, und in Verbindungen dieser Art fand Davy die Säuren folgende Ordnung beobachten, die auch merklich die Ordnung der Intensitäten, mit welchen sie chemisch wirken, ist: Salpetersalzsäure, Salpetersäure, salpetrige Säure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, vegetabilische Säuren, schweflige Säure, Blausäure, Schwefelwasserstoffsäure. Hierher gehört ferner folgender Versuch Becquerel's [1], durch welchen derselbe zu beweisen suchte, dafs die chemische Wirkung an und für sich *ganz unabhängig* von derjenigen, welche die Körper durch blofse Berührung auf einander ausüben, oder der sogenannten elektromotorischen im engern Sinne, E. nicht blofs errege, sondern zum Strömen bringe. Der eine Enddraht eines Multiplicators wurde an eine Pincette von Platin befestigt, welche eine mit Fliefspapier umwickelte Goldlamelle faste, die in ein Glas mit Salpetersäure reichte, in welche er den andern, ebenfalls aus Platin bestehenden, Enddraht des Multiplicators einführte. Die Magnetnadel blieb vollkommen in Ruhe, denn das Platin war auf beiden Seiten mit Salpetersäure in Berührung, welche in das Papier zwischen der Platin – Pincette und Gold eingedrungen war. Ein einziger Tropfen Salzsäure war aber hinreichend, sogleich einen el. Strom hervorzubringen, wie die nun eintretende Abweichung der Magnetnadel anzeigte, unterdefs die Flüssigkeit goldhaltig wurde. Von der Säure ging dabei positive E. aus, um im Multiplicator der negativen vom Golde zu begegnen, ein Beweis, wie Berzelius in der Mittheilung dieses Versuches [2] hinzugefügt, dafs in dem Vereinigungspuncte negative E. von der Säure positive vom Golde zerstörte, gerade so, wie es die elektrochemische Theorie voraussetzt. Wurde statt Gold ein Streifen von Kupfer oder Zink genommen, so war die Salpetersäure allein hinreichend diese Erscheinung hervorzubringen. Bisweilen war es indefs mit diesen der Fall, dafs der el. Strom seine Richtung umwechselte, ohne dafs sich hiervon eine genügende Ursache angeben liefs; da indefs dieses vergleichungsweise seltener eintraf, so hat man, meint Becquerel, Grund, es zufälligen Umständen, welche der Aufmerksamkeit entgingen, zuzuschreiben;

1 Schweigg. XVI. 156.

2 Fünfter Jahresbericht S. 14.

n die Umwindung der Platin-Pincette mit Fliefspapier, wel-
e die Berührung des Platins mit neugebildetem Oxyd oder
enden Theilen des sich auflösenden Metalls verhinderte,
, nofsentheils den anomalen Erscheinungen zuvor. Ein an-
r Versuch Becquerel's, welchen er als einen Beweis von
citätserregung durch den chemischen Procefs als solchen
ht, ist folgender. Er gofs in zwei Kapseln in die eine
kalische Lösung, in die andere eine Säure, verband
Flüssigkeiten durch einen Streifen von Platin, und tauchte
die gleichfalls aus Platin bestehenden Enden des Multipli-
ides von seiner Seite in die Flüssigkeiten. Es zeigte
ne Spur von el. Strömung, weil die elektromotorische
des Platins auf die beiden Flüssigkeiten sich von beiden
aufhob. Wurde dagegen statt des Zwischenblechs von
m Streifen von Amianth gebraucht, welcher auf jeder
die Flüssigkeiten tauchte, so entstand augenblicklich
Strom, dessen Richtung nach der Abweichung der
adel zu schliefsen (als einseitiger Strom aufgefafst) von
Alkali zur Säure, von dieser zum Platin und von diesem
den Multiplicator wieder zum Platin und Alkali zu-
ng, oder wie sich Becquerel ausdrückt, von positiver
welche von der Säure, und von negativer, welche vom
zum Multiplicator ging, abhing, und einzig und allein
chemischen Wirkung der Säure auf das Alkali und um-
kehrt zuzuschreiben seyn soll. Diese Versuche Becque-
welche ich einen Augenblick unangefochten lassen
stimmen der Theorie Ritter's von der Entstehungs-
der galvanischen Action dadurch noch besonders zu
, dafs sie zu beweisen scheinen, dafs die el. Erregung,
von der chemischen Thätigkeit abhängt, gerade die
gengesetzte von derjenigen ist, welche die Körper
ihre blofse Berührung auf einander ausüben, indem
der Strom durch die chemische Thätigkeit bestimmt wird,
Säure die positive E. empfängt, oder sich derselben bemäch-
die Basis dagegen, oder das Metall, die negative, wäh-
wenn keine chemische Action statt findet, die Säure viel-
die negative E., die Basis oder das Metall aber die positive
nimmt, wie die Versuche mit dem Condensator beweisen.
Diese Resultate, welche Becquerel aus seinen Versuchen
, scheinen, wie gesagt, einigermafsen der chemischen Theo-

rie des Galvanismus durch Ritter zu Hülfe zu kommen. Nach Ritter sollen nämlich alle Leiter oder Erreger sowohl der ersten als zweiten Classe zusammen eine grofse Spannungsreihe mit einander bilden, für welche dasselbe Gesetz gelte, welches oben (Nr. 19.) nach directen Versuchen blofs für die eine Classe aufgestellt worden ist, und sofern sie blofs nach dem Gesetze dieser einen ersten Spannungsreihe in Ketten zusammentreten, sollen sie wegen des vollkommenen Gleichgewichts der Spannungen oder Spannungsunterschiede (Impulsionen im Volta'schen Sinne) nach den entgegengesetzten Seiten, jenem Gesetze der Reihe gemäfs keine Action geben. So lange die Körper nicht chemisch auf einander wirken, soll dieses Spannungsgesetz bestehen. So erkläre sich also, warum Ketten aus blofs trockenen Erregern, oder auch Erreger aus beiden Classen, die aber keine chemische Wirkungen auf einander ausüben, unwirksam seyen. Durch den chemischen Procefs werde die nach den Gesetzen der ersten Reihe bestehende el. Spannung oder Erregung in die entgegengesetzte verwandelt, damit das Gleichgewicht der Spannungen aufgehoben, indem dann die Körper nach dem Gesetze beider Spannungsreihen mit einander beisammen wären, und damit der el. Strom zu Stande gebracht sey. Im chemischen Processe soll sich immer die eine E. auf Seiten des Leiters der ersten Classe an welchem immer ein und derselbe Procefs der Oxydation und die entgegengesetzte E. an dem Leiter der zweiten Classe, an welchem immer Hydrogen auftritt, lagern. Diese E. ist die umgekehrte von derjenigen, welche nach dem Spannungsgesetze ohne chemischen Procefs, jenem welches die *Leiter alle* unter eine grofse Reihe zusammenfafst, in dem zweiten Leiter aufgetreten wäre; sie schwächt nicht blofs diese, sondern hebt sie auf, und erhält selbst ein Uebergewicht. Stets wird das Wasser, und so jeder Leiter der zweiten Classe durch sein Wasser, womit es der Leiter der ersten Classe immer *zunächst* zu thun hat, positiv el., sofern nämlich Hydrogen an ihm auftritt, der Leiter erster Classe, an welchem Oxygen auftritt, negativ el. werden, und stets ist diese Lagerung der Elektricitäten die umgekehrte von derjenigen, welche die beiden Körper, ohne chemischen Procefs, wenigstens ohne einen solchen Oxydationsprocefs, annehmen, denn nur so kann die Spannung der beiden Leiter der ersten Classe überwiegend werden. Die positive Spannung, welche mit den oxydirbarsten Metallen am stärksten am Wasser

auftritt, und schwächer und schwächer, je näher die Metalle dem negativen Ende zu liegen, wie auch aus Volta's Versuchen erhelle, beweise am deutlichsten, dafs diese Spannung nicht nach dem Gesetze der ersten Reihe gesetzt sey, nach welchem das Wasser vielmehr mit allen Metallen negativ und um so negativer werde, je oxydabler diese sind[1].

Man wird nicht erwarten, diesen physikalischen Roman in diesem Wörterbuche noch ausführlicher dargestellt zu sehen, vielmehr ist es besser, den etwa noch nicht befriedigten Leser auf die Schrift selbst zu verweisen, und die bisher ohne weitere Prüfung mitgetheilten wichtigsten Gründe, auf welche diese Theorie sich stützt, jetzt näher zu beleuchten, und zwar um so mehr, da noch andere, wenn gleich in ihrer weiteren Ausführung von Ritter's Theorie wesentlich abweichende, Ansichten auf den gleichen Grund gebaut sind, mit dessen Wegräumung diese dann von selbst über den Haufen fallen.

61. a. Es ist bis jetzt wenigstens durch keinen entscheidenden Versuch bewiesen, dafs der chemische Proceſs an und für sich und als solcher, Elektricitätserregung zur Folge habe, am wenigsten eine solche, aus welcher die Entstehung eines el. Stroms, wie er durch alle Erscheinungen einer wirksamen Kette angedeutet wird, begreiflich wäre. Die früheren Versuche Davy's mit vollkommen negativen Ausschlage sind bekannt[1], welchem zufolge beim Verbrennen keine Spur von E. sich entwikkelt. Das im Sauerstoffgase verbrennende Eisen theilte dem condensirenden Elektrometer keine merkliche el. Ladung mit. In den Fällen von Auflösungen, besonders wenn dieselben mit vieler Wärme begleitet sind, werden zwar metallene Gefäfse, deren man sich bedient, negativ el.; allein diese E. hängt von der Verdampfung ab, unabhängig von einem chemischen Processe, denn bei Auflösungen von Metallen in Chlor, wo keine Gasentwickelung war, zeigte der Condensator keine Spur von E., und jene Gefäfse werden auch ohne allen begleitenden chemischen Proceſs durch blofse rasche Verdunstung des Wassers eben so negativ. Neuerlich hat Davy, in besonderer Beziehung auf jene oben angeführten Versuche Becquerel's, Erfahrungen bekannt gemacht,

1 Vergl. das el. System S. 61. ff.

2 Gehl. Journ. V. 52.

die dasselbe Resultat geben. Sie sind im Wesentlichen folgende [1]. Salpeter verhält sich in Berührung mit den edeln Metallen so gut wie neutral und zeigt weder merkliche positive noch negative E. Bringt man nun eine mit dem einen Ende des Multiplicators verbundene Platinplatte in eine Auflösung von Salpeter und eine mit dem andern Ende verbundene Platinplatte in concentrirte Salpetersäure, und macht die Verbindung zwischen beiden Flüssigkeiten durch einen mit Salpeterauflösung befeuchteten Asbestfaden, so entsteht ein starker el. Strom, der (im Franklin'schen Sinne) von dem Salpeter zum Platin geht, oder das in die Salpetersäure eintauchende Platin zeigt sich, wie Davy sich ausdrückt, negativ. Nimmt man statt der Salpetersäure eine Auflösung von Kali, so findet ein entgegengesetzter Strom vom Kali zum Platin statt. Im ersteren Falle betrug die Abweichung der Magnetnadel 60°, im zweiten Falle 50°. Wurden nun Säuren und Laugensalz zugleich genommen und durch einen mit Salpeter befeuchteten Asbestfaden mit einander verbunden, so zeigte die Magnetnadel 0° Abweichung. Hier war keine chemische Action, da die Säure und das Laugensalz nicht auf einander wirken konnten, und keine von beiden Substanzen mit dem Salpeter einen chemischen Proceſs eingeht, sondern die Action hing wesentlich nur von der el. Erregung in der Berührungsfläche des Platins mit der Säure und dem Laugensalze ab, die in gleichem Sinne auf beiden Seiten statt findend verstärkt werden mußte. Nun wurde ein trockener Asbestfaden substituirt, die Säure und das Laugensalz wurden durch Capillarität angezogen, es entstand starke Hitze; aber nun war die Wirkung vielmehr schwächer, als im vorigen Falle; sobald aber die Verbindung im Faden vollständig geschehen war, zeigte die Nadel wieder dieselbe Abweichung, zum Beweise, daſs durch die Combination von Säure und Laugensalz nicht irgend mehr E. erzeugt worden war, als wenn ihre Wirkung durch Salpeter vermittelt wurde. Kleesäure, von welcher Davy gefunden, daſs sie unter der stärkeren Säure am wenigsten stark auf das Platin einwirkt, wurde eben so mit Kali in Wechselwirkung gebracht. Wurden diese durch kleesaures Kali vermittelt, so war die Abweichung 7° bis 8°, und als sie durch den Asbestfaden capillarisch an-

1 Ph. Tr. 1826. a. a. O.

[illegible] unmittelbar auf einander einwirkten, war die Wirkung [illegible] starker. Aehnliche Versuche gaben stets gleiche Resul- [illegible] In einer Anmerkung zu dem oben angeführten Versuche [illegible]CEREL's, wo bei der Verbindung der in zwei Porcellan- [illegible] enthaltenen Säure und alkalischen Auflösung durch ein [illegible]blech sich keine Spur von Wirkung zeigte, äufsert der [illegible]geber von SCHWEIGGER's Journal [1], dafs wenn BECQUE- [illegible] statt des Platinstreifens einen Messing-, Kupfer- oder [illegible] besser einen Zinkstreifen zur Verbindung der Gefäfse, aber [illegible] entsprechend auch Messing-, Kupfer- oder Zinkdrähte [illegible] Enden des Multiplicators angewandt hätte, er Wirkung [illegible] haben würde. Da nämlich die Bedingung der ge- [illegible] elektrochemischen Kette die Polarität eines jeden [illegible], so habe Platin, weil es unangegriffen blieb, nicht [illegible] isolirend unter den vorliegenden Bedingungen für die [illegible]polarische Strömung wirken können, wobei an JÄGER's [illegible]nnert wird, in welcher jeder feuchte Leiter durch ein [illegible]gelegtes, am Rande trockenes, Goldstück getrennt [illegible] und die eben darum zwar elektroskopisch, aber nicht [illegible] wirkte. Wenn eine solche Combination, wie sie [illegible] angerathen ist, eine wirksame Kette gäbe, so würde da- [illegible] das wichtigste Gesetz, auf welches die Volta'sche Theo- [illegible], das der *Unwirksamkeit symmetrischer Ketten*, über [illegible] geworfen werden. Denn in der That ist eine Kette [illegible] Kali, Zink, Säure, Zink, eine symmetrische Kette, [illegible] in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen läfst, Fig. 120. [illegible] wirklich ist diese Kette eine gänzlich unwirksame, wie [illegible] durch die Magnetnadel mit Hülfe des Multiplica- [illegible] auch durch Anwendung von Froschpräparaten mich [illegible] habe. Auch jener oben angeführte Versuch BECQUE- [illegible] über die Entstehung eines el. Stroms durch das Zutröpfeln [illegible] Tropfen Salzsäure in Salpetersäure, in welcher ein Gold- [illegible] eingetaucht ist, beweist eben so wenig für die Entste- [illegible] desselben durch den chemischen Procefs an und für sich, [illegible] ist klar, dafs in diesem Falle die vorher vorhandene [illegible] Platin, Salpetersäure, Platin, welche unwirksam [illegible], in die Kette: Platin, salzsaure Goldauflösung, Sal- [illegible]re, Platin, verwandelt wurde, in welcher durch blofse

[1] Schweigg. Journ. XVI. 156.

elektromotorische Einwirkung der Glieder auf einander
Strom entstehen muſs, wo also der chemische Proceſs ni
nächste und unmittelbare, sondern die mittelbare Ursa
Stromes ist.

Becquerel hat zwar neuerdings wieder Versuche
gemacht, durch welche er seine Behauptung von der E
el. Strömungen durch die chemische Wechselwirkung de
per zu rechtfertigen gesucht, und den durch Davy ge
Gegenbeweis zu entkräften gesucht hat [1], aber wie mir s
auf eine ganz ungenügende Weise. Er behauptet, Dav
durch die chemische Einwirkung von Säure und Lau
darum keine Spur von E. erhalten, weil er sich zur Fo
der Platinbleche und einer Auflösung eines Neutralsalzes
habe, welche dazu nicht fähig seyen. Davy soll näml
beiden Platinbleche, welche mit den Enddrähten des M
cators verbunden waren, jedes in eine mit einer Auflös
Neutralsalzes (des Salpeters) gefüllte Porcellanschale g
zwischen diese zwei andere Schalen, wovon die eine
die andere eine alkalische Auflösung enthielt, gestellt
die Verbindung zwischen den beiden mittleren Gefäſsen
einen Amianthstreifen gemacht habe. Dieses war all
die eine Art, wie Davy seine Versuche angestellt hat,
keinesweges die für ihn am meisten entscheidende, s
jene andere, wo die Platinbleche einerseits in die Säu
dererseits in das Laugensalz unmittelbar eintauchten,
gegen welche Becquerel's Einwurf wegfällt. Becq
änderte jenen Versuch dahin ab, daſs er, statt der beid
dern Porcellankapseln, Platin-Gefäſse anwandte, um d
wickelte E. so viel möglich anzusammeln, sie mit Salpet
oder Salzsäure füllte, in die beiden mittleren Kapseln di
und die alkalische Auflösung brachte, und dann die er
zweite, und die dritte und vierte Kapsel durch geb
Röhren von einem sehr kleinen Durchmesser, wovon di
stere mit derselben Säure, wie die Kapseln und die zwe
einer sehr schwachen Kochsalz- oder Salpeterauflösung
war, mit einander verband. Die beiden mittleren K
communicirten durch einen Amianthstreifen, der durch
Capillarität die Flüssigkeiten anzog, die dann chemisch a

1 Annales de Chimie Juin 1827. p. 113.

wirkten. Mit Salpetersäure und einer Auflösung von erhielt er gleich anfangs eine Abweichung von 6 bis 7° wenn er die Intensität der chemischen Action vermehrte, man Stücke von kohlensaurem Natron in die Auflösung brachte, dafs sie die Säure berührten, so ging die Abung bis auf 15° und selbst noch weiter. Die Richtung ses deutet an, dafs sich die Säure der positiven E. beate, in demjenigen gerade entgegengesetztes Resultat, es die bloſse Berührung der analogen Körper ohne chemiaction giebt. Die Versuche mit Schwefelsäure und Salzführten zu den nämlichen Folgerungen, doch folgte im ücke des Beginnens der Wirkung der Strom öfters einer gesetzten Richtung. Verstärkte er aber die Intensität ung auf die obige Weise, so verwandelte sich dieser durch allmälige Abnahme und Null hindurch in den gesetzten. Denselben Erfolg erhält man auch, nur in geringeren Grade, mit den Metalloxyden, wobei man apsel, welche in den obigen Versuchen die alkalische enthielt, eine Salzlösung gieſst und über den Amialien, welcher mit der anderen, die Säure enthaltenden communicirt, das Oxyd verbreitet.

Gegen alle diese Versuche läſst sich nur einwenden, dafs Strom auch schon durch die bloſse Berührung der verFlüssigkeiten mit einander erregt werden konnte, denselben nothwendig der chemischen Action zuschreiben Bei der etwas complicirten Art, wie Becquerel fanden eigentlich 5 Berührungsgrenzen und damit 5 nen statt, nämlich des Platins auf beiden Seiten mit der die sich aufheben mufsten, dann der Säure mit dem Salze, das letztere mit der schwachen Kochsalzauflösung dieser mit der Säure, und diese drei letzten Impulsionen en allerdings durch ihre wechselseitige Ausgleichung bestimmte Strömung gaben.

Es ist eben so wenig erwiesen, dafs Ketten, in welcht auch im ungeschlossenen Zustande schon ein chemiProcefs zwischen wenigstens zwei Gliedern derselben gefunden haben würde, unwirksam seyen, wenn auch ihre Construction von der Art seyn sollte, dafs nach bloſs motorischen Verhältnissen ein solcher Strom eingetreten würde. Ritter's oben angeführte Ketten geben wenig-

stens dieses Resultat nicht. Er selbst bemerkt, dafs bereits aus zehn Abwechselungen von Silber, Gold und dünnter Salzsäure Geschmack und schwache Wasserzers erhalten habe, er meint aber, dieser Erfolg habe davon al gen, dafs das Gold und Silber nicht in vollkommen reine stande angewandt worden seyen, während er seine Ve die einen negativen Ausschlag gegeben, mit 16 löthigen und 24 karatigem Golde angestellt habe. Indefs auch d etwas Kupfer versetzte Gold und Silber werden von ve ter Salzsäure eben so wenig angegriffen, als die rein talle. Davy [1] erhielt ferner durch Combinationen von Salpetersäure, Wasser und Platin, so wie von eben Metall, Kali oder Natronlauge und Wasser einen star Strom, das Platin wurde mit ersterer negativ, mit le positiv, ungeachtet diese Flüssigkeiten nicht chemisch Platin wirken. Auch Rhodium, Iridium und Gold wir Combinationen mit Säuren und Alkalien, die doch kein mische Action auf sie ausüben, gleich dem Platin. Ber hatte gleichfalls früher zum Erweise einer ähnlichen chem Theorie und als Haupteinwurf gegen Volta's Theorie d hauptung aufgestellt, dafs, wenn auch alle von der Volta Theorie geforderten Bedingungen vorhanden seyen, doch el. Action, kein el. Strom statt finde, wenn in der Säule gen der besondern Umstände, unter denen sich der l Zwischenleiter befände, so wie wegen seiner besonde schaffenheit, keine chemische Action eintreten könne, un sen Einwurf auf eine Säule aus Zink, Kupfer und Papp mit einer gekochten und völlig gesättigten salzsauren Z lösung getränkt war, gestützt, die unter mit Wasser oder Stickgas gefüllten Glocken keine Spur von Wasserzers gab [2]. Ich habe indefs solche Säulen in den ersten S sehr wirksam gefunden, und dafs sie früher in ihrer W nachlassen, davon kann die Volta'sche Theorie hinlä Rechenschaft durch die Absetzung von Zinkmetall au Kupfer geben, indem letzteres sich auf beiden Seit Zink in Berührung befindet, wodurch zwei gleiche, ei entgegengesetzte, und sich eben deswegen aufhebende, I sionen gegeben sind.

1 Ph. Tr. 1826. 8. 401. 402.

2 Schweigg. X. 191. 192.

Davy's neueste Versuche [1], welchen zufolge auch mit Ausschluss alles Wassers ein kräftiger el. Strom erregt werden kann, indem Combinationen von Platin, Zink und geschmolzener Bleiglätte oder geschmolzenem chlorsauren Kali eine sehr starke galvanische Action geben, stimmen eben so wenig mit der Behauptung Ritter's, dass ohne Wasserzersetzung eine solche nie zu Stande komme, und der flüssige Leiter stets nur vermöge seines Wassergehalts wirksam sey, überein. Hinzu kommen noch als ganz entscheidende Gegenbeweise gegen die Abhängigkeit des el. Stromes von irgend einem chemischen Processe die *thermomagnetischen* Versuche, welche die Erregung eines eben so kräftigen el. Stromes als in Ketten, in welchen der lebhafteste chemische Process statt findet, in Ketten aus blos trockenen Erregern durch bloße Ungleichheit der Temperatur und davon abhängige Umänderung der Spannungsreihe ohne alle chemische Wechselwirkung, außer allen Zweifel gesetzt haben.

c. Insbesondere wird auch der Satz, dass der positive Pol an demjenigen Gliede auftrete, an welchem auch außerhalb der Kette der stärkste Oxydationsprocess oder dieser allein mit dem flüssigen Leiter sich vorfindet, unter welcher besondern Modification die chemische Theorie von einigen Physikern vertheidigt worden ist, durch entscheidende Versuche widerlegt. Hierher gehört vorzüglich ein von Berzelius [2] angestellter Versuch, durch welchen allein schon dieser scharfsinnige Naturforscher veranlasst wurde, seine frühere Annahme von der Abhängigkeit der Elektricitätserregung von dem chemischen Processe aufzugeben, und welchen ich des Zusammenhangs wegen aus den mit der Säule angestellten Versuchen antiticipire. Man gieße auf den Boden eines jeden Bechers des sogenannten Volta'schen *Becher-Apparats* ätzende Kalilauge, auf diese Salpetersäure, jedoch mit Vorsicht, damit sich beide Flüssigkeiten nicht mit einander vermischen. Die Elektromotoren selbst sind eine Zinkkugel, welche auf dem Grunde des Bechers sich befindet und ein daran gelötheter Kupferdraht, welcher umgebogen einen Zoll in die Flüssigkeit des andern Bechers

1 a. a. O. S. 406.

2 G. XVIII. 203. und Berzel. Lehrbuch der Chemie von F. Wöhler I. S. 153.

taucht; das Zink befindet sich in der Kalilauge, das Kupfer in der Säure, von welcher es nach und nach oxydirt und aufgelöst wird, während das Zink im Alkali nicht angegriffen wird. Wäre nun die Oxydation der primus motor der E., so würde bei Entladung der Säule die positive E. am Kupfer, die negative am Zinke auftreten müssen, d. h. die Metalle müfsten die umgekehrte E. besitzen, die sie in Folge der blofsen Berührung mit einander zeigen. Läfst man aber die Säule sich wirklich laden, so hört die Oxydation des Kupfers in der Säule augenblicklich auf, das Zink oxydirt sich sichtbar, und in der Gasentbindungsröhre tritt am Kupferpole Hydrogen, am Zinkpole Oxygengas auf. Dasselbe beweisen im Grunde auch schon die früher von DAVY aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten erbauten Säulen[1], dafs nämlich der positive Pol nicht an die Stelle gebunden ist, wo auch in der ungeschlossenen Kette die Oxydation hinfällt, sondern dafs die Vertheilung der EE. sich lediglich nach dem elektromotorischen, von der chemischen Action unabhängigen, Verhalten der einzelnen Kettenglieder gegen einander richtet. So fiel in Säulen aus Zinn, verdünnter Salpetersäure und Wasser, mit welchen beiden Flüssigkeiten Tuchscheiben getränkt waren, nicht der + Pol nach derjenigen Seite des Zinns, welche mit der Säure in Berührung stand, sondern vielmehr der —.Pol, und das Hydrogen erschien an demjenigen Drahte, welcher nach dieser Seite gekehrt war. Noch auffallender zeigte sich dieses in Säulen aus Zink, verdünnter Salpetersäure, schwefelsaurem Kali, und schwacher Auflösung von Schwefelleber, in welcher der Oxygenpol nach der Seite des Zinks hinfiel, welche mit der *Schwefelleber* in Berührung stand, der Hydrogenpol dagegen nach derjenigen Seite, auf welche die Salpetersäure einwirkte, und die doch offenbar diejenige ist, die in der ungeschlossenen Kette sich allein oxydirt. Eben so verhalten sich Säulen aus Kupfer oder Silber und denselben Flüssigkeiten, die schon mit 12 Lagen kräftige Wirkung in der Gasröhre zeigen. Nach den blofsen elektromotorischen Verhältnissen sind die kräftigen Wirkungen solcher Ketten und Säulen leicht zu begreifen, da (um hier die Sprache der Volta'schen Theorie zu gebrauchen) der el. Strom von dem Metalle zur Schwefelleber

1 G. XI. 388.

, indem diese mit jenem positiv wird, und von der Säure
Metalle, welches durch jene positiv erregt wird, beide
leiten sich also in ihrer elektromotorischen Wirkung
beseitig unterstützen, den Oxygenpol aber stets auf das-
Metall, oder diejenige Hälfte des Metalls in Ketten,
nur aus einem einzigen und zwei Flüssigkeiten beste-
hält, von wo die E. ausgeht, der Hydrogenpol hingegen
wo die E. einströmt.

Es läfst sich eben so wenig behaupten, dafs die Action
Kette ihrer Stärke nach gleichen Schritt halte mit der
oder chemischen Action, wie sie auch schon aufserhalb
Kette zwischen je zwei Gliedern derselben statt findet. Zu
den angeführten Erfahrungen, auf welche RITTER diese Be-
gen gestützt hat, könnte man noch neuere Erfahrungen,
Gelegenheit des Elektromagnetismus angestellt worden
, hinzufügen, namentlich die von POGGENDORFF und
mir bekannt gemachten [1], es stehen ihnen aber andere
gen offenbar im Wege. So fand ich namentlich die ge-
schwefelsaure Zinkauflösung als Zwischenglied einer
Kupferkette viel wirksamer als eine gesättigte schwefelsaure
Kupferauflösung und selbst als mit 10 Theilen Wasser verdünnte
Schwefelsäure [2], ohngeachtet mit ersterer eigentlich gar keine
mische Action statt finden kann. So erhielt HARE die gröfste
Wirkung mit seinem einfachen Calorimotor nicht, wenn er den-
selben in sauerliches, sondern in alkalisches Wasser eintauchte [3].
Nachtet man auch die von MARIANINI aufgestellte Tabelle für
verschiedene Leitungsvermögen verschiedener Flüssigkeiten,
die Zwischenglieder in der einfachen Kette angewendet wur-
den, so ergiebt sich leicht, dafs die dadurch dargestellte Stufen-
folge wenigstens auf keinen Fall die Stufenfolge der chemischen
Wirksamkeit ist, welche diese verschiedenen Flüssigkeiten auch
aufserhalb der Kette mit den Metallen zeigen, und dafs also die
Verstärkung des el. Stromes wenigstens nicht gleichen Schritt
mit der Verstärkung der chemischen Action hält, denn sonst
müfste man annehmen, dafs schwefelsaures Kupferoxyd eine
stärkere chemische Action ausübe als Schwefelsäure und Salz-

1 Vergl. meine Schrift: Der Elektromagnetismus 1824. S. 79 ff.
2 a. a. O. S. 83.
3 G. 1832. II. 126.

säure; Kleesäure eine stärkere als Salzsäure; salzsaures Plat und Quecksilber eine stärkere als alle Säuren u. s. w., was doch mit den gewöhnlichen chemischen Versuchen im Widerspruche steht. Die gröfste Schwierigkeit für die Volta'sche Theorie welche den Einfluss des flüssigen Leiters hauptsächlich auf das verschiedene Leitungsvermögen desselben bezieht, und den entscheidendsten Beweis zu Gunsten derjenigen Theorieen, welche die Elektricitätserregung an die chemische Action des flüssigen Leiters knüpfen, scheint die Schwefelsäure in ihren verschiedenen Graden von Concentration und Verdünnung darzubieten, indem die Verstärkung des el. Stroms in Ketten aus Zink, Kupfer und Schwefelsäure bis zu einer gewissen Grenze mit der Verdünnung derselben durch Wasser zunimmt, womit die chemische Action derselben auf das Zink wächst, die Leitungsvermögen für E. dagegen abnimmt. Indefs erklärt sich dieses Verhalten im Sinne der Volta'schen Theorie einigermafsen aus der verschiedenen elektromotorischen Verhalten der concentrirten und verdünnten Schwefelsäure gegen Zink, indem jene mit dem Zinke negativ, und zwar in einem nicht geringen Grade, wird und folglich von der Wirkung der Impulsion von Kupfer gegen das Zink soviel aufhebt als ihre eigene entgegengesetzte Impulsion (etwa $\frac{1}{4}$ von jener [1]) beträgt, während die verdünnte Schwefelsäure mit dem Zinke positiv wird, und folglich zu der Impulsion, welche das Kupfer gegen das Zink ausübt, noch diejenige hinzukommt, welche das Zink auf die verdünnte Schwefelsäure ausübt, und in diesem Verhältnisse der el. Strom verstärkt werden mufs, die el. Impulsion des Kupfers gegen die Schwefelsäure in beiden Fällen aber sehr schwach ist.

e. Was endlich die Behauptung Ritter's von einer *Umkehrung* der el. Polaritäten, die nach dem Gesetze der ersten Spannungsreihe statt finden, in Folge des chemischen Processes betrifft, so habe ich schon oben (Nr. 25) den Ungrund derselben hinlänglich bewiesen, und Becquerel's neueste Versuche sind wohl rein genug, um zum Beweise derselben dienen zu können.

62. Auch Davy schreibt dem chemischen Processe einen wesentlichen Antheil an der galvanischen Action zu, aber nicht

1 Vergl. meinen Aufsatz über das Verhalten der feuchten Leiter u. s. w. in Gehlen's J. V. 102.

...ht zur eigentlichen Erregung der E. als vielmehr zur steten ...herstellung der Bedingungen für diese Erregung. Er ...nämlich eine durch die Grundsätze der Volta'schen Theo... unauflösliche Schwierigkeit in jener gänzlichen Hem... des el. Stromes einer einfachen, sonst sehr wirksamen ..., wenn der feuchte Leiter durch ein Metall, welches am ...ven Pole der Volta'schen Säule nicht oxydirbar ist, wie ...Platin, Gold, Palladium, Tellurium, unterbrochen ist, ...Erfolg erkläre sich dagegen von selbst aus der elektro...schen Theorie, nach welcher die Zerstörung der positiven ...rache durch das chemische negative Agens als nothwendi... Bedingung betrachtet wird, weswegen dann auch diese to... Isolation der Kette aufhört, und der Strom wieder eintritt, ...es dem negativen Metalle (dem Platin) gegenüberstehen... des Platins oder Tellurs, welches den flüssigen Leiter ...acht, in verdünnte Salpetersalzsäure taucht. Es erhelle ...esen Versuchen, zusammengehalten mit andern Erfahrun..., dafs in Volta'schen Combinationen (einfachen Ketten) kei... Anregung von E. statt finden könne, es existiren denn ...eichen oder ähnlichen Bedingungen chemischer Verän... in diesen Ketten, und dafs unter anderen Bedingungen ...einzelnen Ketten erzeugte Thätigkeit (der el. Erregung) ...ieder zerstört oder vermindert werde, nach Mafsgabe der ...gewirkenden Beschaffenheit oder des Mangels an Leitungs... der Kette der zwischen befindlichen Körper [1]. So ...die Thätigkeit einer einfachen Kette aus Zink, Platin und ...flüssigen Leiter, wie z. B. einer Säure, durch Unterbre... des flüssigen Leiters vermittelst einer ähnlichen Combina... Zink und Platin verdoppelt, vermittelst eines Platinbo... gänzlich zerstört und durch einen Bogen von Zink vermin... und zwar um so mehr, durch je mehrere solcher Bogen ...Unterbrechung geschehe. Immer streben die chemischen Ver... dahin, das el. Gleichgewicht wieder herzustellen, ...es durch die Berührung der Metalle unter einander in den ...keiten gestört wurde.

Aber, frägt man, warum ist der chemische Proceſs eben ...die nothwendige Bedingung zur Wiederherstellung des zer... el. Gleichgewichtes, da wir in so vielen andern Fällen

[1] Phil. Trans. 1826. p. 411.

das el. Gleichgewicht sich auch ohne chemischen Procefs u
ohne Dazwischenkunft eines flüssigen zersetzbaren Leiters wi
der herstellen sehen? Warum erfolgt in der thermoelektrisch
Kette diese Wiederherstellung fortdauernd, und bedingt dadur
die immer wiederkehrende Störung dieses Gleichgewichts u
damit die el. Strömung ohne allen chemischen Procefs? W
wird überhaupt deutlicher aus der elektrochemischen Theor
nach welcher die Zerstörung der positiven Oberfläche durch d
negative chemische Agens als nothwendige Bedingung betrach
tet wird? In jenem Verhalten eines nicht oxydirbaren Metall
wie des Goldes, Platins u. s. w. als Zwischenleiters, welch
den flüssigen Leiter unterbricht, liegt allerdings etwas dunkl
was indefs durch jene Erklärung Davy's, die im Grunde nich
als ein anderer Ausdruck für das Phänomen selbst ist, auf kei
Weise aufgehellet wird. Auch scheint mir diese Sache durc
den von Schweigger [1] gebrauchten Ausdruck, dafs jede Ket
durch ein Glied, das nicht selbst der Polarität fähig sey, isolir
werde, nicht deutlicher gemacht, denn im Grunde ist dam
gleichfalls nichts weiter, als die Thatsache selbst dargestell
Sollten hier nicht gewisse *Leitungsverhältnisse* wesentlich i
Spiele seyn? Marianini hat durch Versuche bewiesen [2] u
vor ihm haben es die Ritter'schen Versuche mit Ladungssäule
schon zur Genüge dargethan, dafs der el. Strom vorzüglich dur
retardirt werde, wenn flüssige mit festen Leitern abwechseln
Sollte nicht dieser Widerstand für den Uebergang der negativen
E. aus dem flüssigen Leiter in den festen gröfser seyn, als fü
den Uebergang der positiven E., und dieser Uebergang erleich
tert werden, wenn der Sauerstoff, welchen die negative E. mit
sich führt, durch die Anziehung des oxydirbaren Metalls gegen
denselben ihr entzogen wird? Sollten eben deswegen die mehr
oxydirbaren Metalle, wie Zink, Zinn, Eisen, als unterbrechen
de Zwischenleiter die Wirkung darum weniger hemmen, weni
sie gleich dieselbe immer auch noch etwas schwächen? Soll
nicht ferner das an sich gröfsere Leitungsvermögen der mehr oxy
dirbaren Metalle (sofern ich hierin auf Ritter's Versuche mich
stütze) für E. ihnen diesen Vorzug verschaffen? Eine absolute
Hemmung oder Isolirung durch Gold oder Platin findet doch

1 Dessen Journal N. R. XIV. 157.
2 Poggendorff's Ann. IX. 165.

auf keinen Fall statt, wie aus den oben (Nr. 36) angeführten Versuchen erhellet, und wie auch aus dem Gradativen in der Schwächung der Wirkung durch die verschiedenen Metalle hervorgeht. Diese Betrachtung des verschiedenen Verhaltens der verschiedenen Metalle führt uns noch zu einer kurzen Darstellung von Jäger's Theorie, die darauf im Wesentlichen gerichtet ist.

63. Jäger wurde auf seine Erklärung durch jene oben (Nr. 40.) näher beschriebene merkwürdige Einwirkung der Metalle auf reagirende Pigmente geleitet. Diese Versuche beweisen ihm zufolge das Entstehen von zwei verschiedenen in ihrer chemischen Reaction erkenntlichen Stoffen, die sich unter und neben einander auf der Fläche des mit dem feuchten Leiter in Contacte stehenden Zinks (so wie der andern relativ mehr positiven Metalle) bilden, und sich so durch den feuchten Körper verbreiten, dafs die alkalische Färbung in diesem den blank gebliebenen Stellen des Zinks, die saure Färbung aber den oxydirten Stellen desselben entspricht. Da nun nach Volta's Versuchen das Zink in Beziehung auf den feuchten Leiter negativ, dieser aber positiv el. wird, so lasse sich annehmen, dafs diese beiden EE. aus dem feuchten Körper einen *säurenden* und einen *alkalischen* Stoff abtrennen, deren einer, nämlich der alkalische, von der positiven E. aufgelöst werde, indefs sich der andere, der säurende, mit der negativen E. verbinde, und sich gleichsam darin auflöse. Diesen Auflösungen schreibt Jäger hypothetisch folgende Eigenschaften zu, deren Annahme seiner Meinung nach, durch die Uebereinstimmung mit den Erscheinungen selbst gerechtfertigt werde [1].

a. Keine dieser Auflösungen soll eine chemische Wirkung auf die andere haben, sondern in jeder die Affinität, die ihr freier Grundstoff gegen den der andern zeigen würde, so gebunden seyn, dafs sich jene blofs mechanisch unter die andere gemengt durch den feuchten Leiter vertheilt. b. Jede wird dagegen von der ihrem el. Auflösungsmittel entgegengesetzten freien E. angezogen und zersetzt, so dafs indem ihr el. Auflösungsmittel sich mit dieser freien E. verbindet, der säurende oder alkalische Stoff aus ihr niederfällt. Freie positive E. zerlegt also die negative el. Auflösung, und durch freie negative E. wird

1 G. XI. 316.

die positive Auflösung zerlegt. c. Jede wird von der mit ihrem el. Auflösungsmittel gleichartigen E. zurückgestofsen. d. Beide Auflösungen zersetzen sich, aber nur allmälig an Metallen und andern leitenden Substanzen, indem ihre el. Auflösungsmittel in diese leitenden Körper übergehen. Die Färbungen an dem Zink und anderen analog wirkenden Metallen entstehen also hiernach aus dem Niederschlage der säurenden und alkalischen Substanzen, denen das Zink ihr el. Auflösungsmittel entzieht. Da sich die beiden EE. immerfort in dem Zinke vereinigen, so kann dieser Procefs beständig fortdauern, so lange noch el. Auflösungen vorhanden sind oder gebildet werden, auch kann das Zink eben darum keine el. Ladung annehmen, und der geringe Ueberschuss von — E der endlich in ihm wahrnehmbar wird, rührt vielleicht von der gröfseren Zerstreuung der + E durch Verdunstung der Flüssigkeit aus dem feuchten Körper her. In der einfachen geschlossenen Kette zersetzt das in Berührung mit dem andern Metalle (dem Volta'schen Fundamentalversuche, welcher gleichsam der zweite Grundstein dieser chemischen Theorie ist, gemäfs) positiv werdende Zink einen Theil der negativen Auflösung, dadurch wird seine E. wieder null und ebenso geht es mit der negativen E. des Goldes (Kupfers oder überhaupt des negativen Metalls), indem sie einen Theil der positiven Auflösung zersetzt. So wechseln also in jedem Augenblicke Erregung und Wiederzerstörung der durch Erregung entstandenen E. mit einander ab, und das Resultat ist immer erneuerte Ladung des Zinks mit + und des Goldes mit — E und fortgesetzte Zersetzung beider el. Auflösungen mit ihrer sichtbaren Wirkung nämlich mit der getrennt auftretenden Niederschlagung derselben, und da sich nothwendig am positiv el. Zinke die Basis der negativ el. Auflösung niederschlagen mufs, und der Stoff dessen Wirkung auf der Zinkfläche sichtbar wird, die Eigenschaften einer Säure hat, so folgt eben daraus, dafs die negativ el. Auflösung den säurenden Stoff zur Basis hat, so wie in der positiv el. Auflösung die alkalische Basis befindlich seyn mufs, die sich an dem Golde ansammelt. Wenn man blofs das Zink mit Gold und einem feuchten Körper verbindet, ohne das Gold zugleich mit dem feuchten Körper in Berührung zu setzen, und den ganzen Apparat isolirt, so kann die erregte + E des Zinks nicht auf die — E oder säurende Auflösung wirken, weil sie an der erregten — E des Goldes ein beständiges Gegengewicht fin-

dem Volta's Versuche gelehrt (?) haben, dafs die erregte
nen Metalls nur dann als freie wirkt, wenn die des an-
Metalls beständig abgeleitet wird. Alles verhält sich also
Anwendung des blofsen Zinks. Verbinde man das Gold
Erdboden, so werde die + E des Zinks allerdings
werden, allein das Gold werde doch nicht in eben dem
seine — E verlieren, als wenn sie sich beständig
ihr zuströmenden positiv el. Auflösung vernichten
Da die Versuche auch in diesem Fall blofs die Ein-
des einfachen Zinks zeigen, so müsse das Quantum die-
schiedenheit der Wirkung sehr beträchtlich seyn. Eine
eibe, welche zwischen den beiden Blättern des feuch-
ers einer einfachen geschlossenen (indem nämlich das
Zink durch einen Metallstreifen mit einander verbun-
— Kette ZhG eingeschlossen ist (jener merkwürdige
cher gleichsam als ein Probierstein für die Richtigkeit
Theorie angesehen werden kann) erzeugt auf ihren beiden
el. Auflösungen. Das durch Erregung negativ el. Gold
positiv el. Auflösung an, die sich zwischen ihm und
geschlossenen Zink bildet, und stöfst die negativ el. Auf-
on sich ab. Eben so zieht das durch Erregung positiv
die negative Auflösung an, die sich zwischen ihm und
geschobenen Golde bildet, und stöfst hingegen die po-
ösung von sich ab. Man übersieht leicht, wie auf
zwei positive und zwei negative Niederschlage ent-
in der feuchte Leiter der Kette durch ein Goldstück
so wird zwischen diesem und dem Golde der Kette
Auflösung producirt. Das Gold der Kette kann also
an ihm erregte negative E. nicht abgeben, und das,
det sich in der Lage, wie wenn es blofs auf dem ab-
führten Golde ruhte.

Theorie vereinigt, wie man sieht, das Princip der Vol-
Theorie mit dem Principe der chemischen auf eine scharf-
Weise, indem nach derselben die Wirkung der Metalle auf
die E. zwar zunächst erzeugt, der fortdauernde Strom aber
beständige Anziehung und Ausgleichung mit den EE. der
Auflösungen unterhalten wird, welche Auflösungen
eben so beständig fortdauernden elektrochemischen
zwischen dem feuchten Leiter und dem relativ positiven
immer neu gebildet und dargeboten werden. Da Jäger

annimmt, dafs die el. Auflösung der säurenden und alkalischen Substanz von der, ihrem el. Auflösungsmittel entgegengesetzten E. angezogen werde, so mufs er auch den Grundsätzen der Electricitätslehre gemäfs zugeben, dafs ihre Elektricitäten selbst wenigstens einigermafsen freie Spannung haben und nicht gänzlich gebunden sind, dann aber müfsten sie sich selbst wechselseitig anziehen und neutralisiren, es könnten also die beiden Stoffe nicht getrennt von einander, sondern sie müfsten auf dem Zinke überall neutralisirt durch einander niederfallen. Es ist fernerhin nicht zu begreifen, wie in dem Versuche, wo das Zink, mit vielen reagirenden gefärbten Papieren über einander auf demselben auf Gold liegt, welches selbst fortdauernd ableitend berührt wird, sich alles ganz auf die gleiche Weise verhält, wie wenn diese Combination sich auf einer Glasplatte befindet. Da im ersten Falle das Zink seine positive E. fortdauernd abgeben kann, mit dem die sie bindende negative E. des Goldes fortdauernd abgeleitet wird, so müfste fortdauernd nur die negativ el. Auflösung des säurenden Stoffs zersetzt werden, und der Niederschlag des saurenden Stoffs bei weitem das Uebergewicht über den Niederschlag des alkalischen Stoffes erhalten, was doch nicht im geringsten der Fall ist. Da sich hierin kein Unterschied zeigt, man mag die Ableitung nach dem Erdboden auch noch so weit kommen machen, so ist dieses eine unauflösliche Schwierigkeit für die Theorie, da in dem Falle der geschlossenen Kette die Mitwirkung der correspondirenden negativen E. die Wirkung höchstens verdoppeln könnte. Selbst die Hemmung des galvanischen Stromes durch eine den feuchten Leiter unterbrechende, am Rande trockene, Goldmünze, und des davon abhängigen galvanochemischen Processes des getrennten Auftretens der säurenden und alkalischen Stoffe folgt nicht nothwendig, denn man sieht nicht ein, warum nicht die — E der obern Goldplatte durch das obere Blatt und die Goldmünze hindurch strömen und gegen die dem Zinke zugekehrte untere Fläche der interpolirten Goldmünze die + el. Auflösung anziehen und durch fortdauernde Neutralisirung ihrer E. den alkalischen Niederschlag an der untern Fläche hervorbringen sollte, während das Zink seinen durch seine + E die säurende Auflösung zersetzt, und auf seiner Fläche den säurenden Stoff ansammelt, so dafs, wenn also nicht vier getrennt auftretende Niederschläge, doch wenigstens zwei entstehen müfsten. Endlich bleiben viele andere Ein-

nach dieser Theorie gänzlich unerklärt, namentlich die keit von Ketten aus Gold oder Platin mit einem noch negativen Körper wie Graphit und einer Säure oder Schwe-, in welchem Falle keiner von den beiden trockenen zwei dergleichen Auflösungen zu erzeugen vermag, heinungen der Ketten aus blofs einem Metalle und zwei eiten, und aufserdem ergeben sich noch Schwierigkei- Anwendung dieser Theorie auf die Erklärung der Er- der Säule, wovon unten die Rede seyn wird.

Eine ganz andere Gestalt, als alle bisher vorgetrage- Theorieen hat die dynamische Ansicht Pohl's [1], welche Darstellungsarten von einem el. Strome, einer in einem igen Kreislaufe befindlichen el. Materie als grobsinnliche, Wesen dieses grofsen Naturlebens gänzlich verken- Zugbilder verwirft, und die drei Classen von Erschei- die hier vorkommen, als blofse verschiedene Formen, gen oder Intensitäten einer und derselben Naturthätig- stellen sucht, deren allgemeinste Gesetze durch die nachgewiesen, zugleich die höchsten Gesetze der Ver- seyn sollen.

den Vorgang in der dreigliedrigen Kette zu construi- Pohl von dem durch directe Versuche von ihm ent- allgemeinen (oben Nr. 25. bereits näher beleuchteten) es, dafs die Metalle in zwei Classen zerfallen, wovon mit allen feuchten Leitern positiv, diese damit negativ, em Leiter mit ihnen positiv werden. Zu der letzten gehören die unedlen, oxydirbaren Metalle, zu der er- edeln mit Einschlufs des Kupfers, so wie die Schwe- alle und die Metalloxyde, die selbst noch Erreger sind. diesen beiden Classen von Erregern soll dagegen ge- entgegengesetzte Verhalten statt finden. Es seyen nun Glieder einer solchen Kette erst nach dem Schema der einander gereiht, d. h. das feuchte Glied F befinde sich te mit den beiden Erregern Z und K, ohne dafs Con- chen den letzteren statt findet (ZFK), so wird das den differenten Tendenzen der Metalle selbst different, sich gegen das ursprünglich mehr oxydable negative Z, den positiven Factor und gegen K, den basischen negati-

[1] Der Proceſs der galv. Kette von G. F. Pohl. Leipzig 1826. 8.

ven Factor. Diese entgegengesetzten Tendenzen, sofern sie durch die besondern trockenen Erreger gefördert sind, treten in der Form einer zweifachen Tendenz zum synthetischen Effecte des Chemismus, als eine zweifache el. Erregung hervor, indem das Z gegen F negativ, dieses gegen jenes positiv el. wird, während F gegen K negativ und letzteres gegen F wieder negativ wird, der feuchte Leiter selbst aber in lauter abwechselnde entgegengesetzt el. Schichten zerfällt, wie dieses die eigentliche Form der Fortpflanzung oder sogenannten Leitung der el. Thätigkeit durch den feuchten Leiter ist. In diesem Zustande läßt sich die Kette mit einer el. Verstärkungsflasche vergleichen, bei welcher F die Stelle des Glases einnimmt, Z und K die Belege bilden und welche aus eigener, innerer Erregungskraft auf der Seite des Z negativ, auf der andern des K hingegen positiv geladen ist. Im Augenblicke der Schliefsung wird die geladene Tafel entladen, und wenn man will, entgegengesetzt geladen, aber nur für einen unendlich kleinen Augenblick, nach dessen Verlauf sie abermals wieder aus eigener innerer Kraft mit einer durch den Repuls der Reaction um so höheren Intensität von neuem geladen wird, um abermals eben so wieder entladen, und nach der Entladung wieder mit einer von neuem gesteigerten Intensität geladen zu werden, und so immer fort, so lange die Kette durch die Verbindung der Metalle zu einem organischen Ganzen in sich geschlossen ist. In der ungeschlossenen Kette war bereits das F gegen Z positiv und Z selbst negativ, d. h. in dem positiven F war die Tendenz sich gegen Z zu desoxydiren und den aciden Factor gegen dasselbe treten zu lassen, in dem negativen Z war dagegen die Tendenz sich zu oxydiren und den aciden Factor des F an sich zu ziehen versichtbart, eben so wie durch die Relation des negativen F gegen das positive K bei jenem die Tendenz, den basischen Factor abzustofsen, bei diesem das Streben, ihn anzuziehen, sich offenbarte. In der geschlossenen Kette sehen wir vollkommen denselben Typus der Thätigkeit ausgesprochen, nur die anfängliche Tendenz jetzt zur reellen Thätigkeit gesteigert; der Elektrismus ist durch die entgegengesetzte Reaction in der Contactelektricität der Erreger zum Chemismus angefacht, so dafs das F gegen Z und K den analytischen Effect dirimirt, und der acide Factor von dem K als dem negativ polaren, der basische von dem K als dem positiv polaren Metalle angezogen wird. So construirt dann Pohl durch

Fig. 121.

einen einzigen Zauberschlag Elektrismus, Chemismus und Magnetismus. Der Magnetismus ist ihm zufolge nichts anders als die allgemeine Tendenz der Masse zur Individualisation, oder insofern die letztere auf der unteren Stufe des Lebens durch den Chemismus der bipolaren Form des synthetischen und analytischen Effects vermittelt wird, ist er zunächst die Tendenz zur Diremtion, zum analytischen Effect des Chemismus, welche von innen heraus wirksam ist, und welche in der geschlossenen Kette durch den äufsern Reiz der Erreger realisirt ist. Nordpol ist jeder Punct in der Kette in der Richtung, in welcher die in ihr befindliche Flüfsigkeit als basisches, Südpol dagegen in derjenigen Richtung, nach welcher sie als acides aus sich hervorzutreten strebt, und so ist die Lage der Pole in der Kette durch die Vertheilung der Erreger, welche durch *ihren Reiz (!)* den chemischen Procefs hervorrufen, nach einer festen Regel bestimmt. Die Elektricität dagegen ist die Tendenz zum synthetischen Effect des Chemismus, die Wechselwirkung der Individuen, vermöge der ein Differentes durch die Gegenthätigkeit eines andern in das gemeinsame Streben zur Einheit nach der Seite der Totalität hin wieder zurückgezogen wird. So wie die universelle Tendenz des Magnetismus realisirt wird durch die Diremtion der einen Masse in ein acides und basisches, d. h. durch den analytischen Effect des Chemismus, so wird die individuelle Tendenz des Elektricismus realisirt durch die Neutralisation der differenten Stoffe, die allemal wie ein acides und basisches sich einander gegenüberstehen, d. h. durch den synthetischen Procefs des Chemismus. Die Elektricität ist insofern ein und dasselbe mit der chemischen Synthese, zu der sie sich, wenn es nicht dazu kommt, wie Tendenz zur That, wie ungeöffnete Knospe zur aufgeschlossenen Blüthe verhält. Ein Körper ist positiv el., heifst: in ihm ist der mit der Thätigkeit der Oxygens gleichartige Trieb zur Abstofsung des aciden und zur Anziehung des basischen angeregt; er ist negativ el., heifst: er besitzt die mit der Thätigkeit des basischen Princips gleichartige Anregung zur Abstofsung des Basischen und Anziehung des Aciden. In der geschlossenen Kette wird jedes magnetische Moment als von dem zunächst folgenden durch ein el. Moment geschieden gesetzt, in welchem der analytische Effect, und mit ihm der Magnetismus, auf's neue angeregt werden durch die sich geltend machende Contactelektricität, welche auf die polaren Facto-

ren des F zum synthetischen Effect des Chemismus zurückdrängend reagirt, aber dadurch nur für den nächstfolgenden Augenblick eine um so gröfser Spannkraft für Diremtion hervorruft, welche Momente mit einer so unendlichen Geschwindigkeit auf einander folgen, dafs die sie begleitenden Zustände des Magnetismus und Chemismus einzeln als stetig zusammenhängen.

Pohl findet es ferner eben so leicht, die Wirksamkeit von Ketten aus zwei Metallen, die eine gleichartige positive oder negative Erregung mit dem F eingehen, z. B. von Gold F und Kupfer oder Zinn F und Zink, nach dem oben angegebenen Schema zu erklären. Ganz allgemein ist die el. Relation der Metalle gegen das F die entgegengesetzte von derjenigen, welche sie unter sich zeigen, nur wird sie, wenn beide Metalle gleichartige Pole gegen das F haben, nicht mehr auf eine qualitative, sondern auf eine quantitative Weise versichtbart. Man kann daher das Gesetz auch allgemein für alle Fälle darstellen, wenn man den qualitiven Unterschied zwischen + und — als einen blofs quantitativen behandelt, vermöge dessen der negative Erreger dem positiven nur als ein minder positiver, und eben so der positive dem negativen als ein minder negativer gegenüber gestellt wird. Alsdann lautet der Satz allgemein: die Relation irgend zweier Metalle gegen Wasser und gegen irgend eine Solution ist immer die entgegengesetzte von derjenigen Relation, welche beim Contacte derselben Metalle statt findet. In der nicht geschlossenen Kette KFS steht, weil das S (Silber) mit dem F viel stärker positiv wird, das K demselben wie ein negatives gegenüber. Wird die Kette geschlossen, so soll vermöge des *Erregungsdranges* beim metallischen Contact das stärker positive S negativ, das schwächer positive K positiv werden; aber durch Antiperistasis oder Reaction wird gerade so wie in der Kette ZFK das S von dem F in der ursprünglichen E-Erregung nur um so energischer festgehalten; S wird demnach in einem um so viel höheren Grade positiv, und F, welches in der Berührung mit S um so stärker negativ angefacht wird, wird auf der Seite des K dadurch um so viel kräftiger positiv, dafs jetzt K entschieden negativ wird, und so erscheint in der zum Chemismus gesteigerten Thätigkeit der Kette das Oxygen abermals in dem aufser der Kette positiven, in der Kette also negativen, das Hydrogen in dem in der Kette positiven Metalle. Auf ähnliche Weise erklärt Pohl auch die Wirkung der zweigliedri-

Kette, wo bei Anwendung eines mit der Flüssigkeit nega-
rdenden Metalls die gröfsere Fläche sich in Beziehung auf
kleinere ebenso verhalte, wie das Z gegen das K, bei An-
ung eines positiv werdenden Metalls aber gerade umge-
die grofse Fläche gegen die kleinere eine analoge Relation
gegen Z haben müsse.

Ich gestehe aufrichtig, dafs ich in diesen und allen übrigen
bereinstimmenden, mit einer grofsen Consequenz durch-
ten Erklärungen der Erscheinungen der Säule in ihren ver-
enen Abänderungen die Charaktere einer ächten physikali-
Theorie vermisse, welche nur solche Ursachen zur Erklä-
n Erscheinungen zu Hülfe nimmt, die sich mit andern
ahten und durch Erfahrungen erwiesenen Ursachen ver-
lassen, und deren Wirkungsart sich durch die Gesetze
Gleichsamkeit solcher unleugbar erwiesenen Ursachen ver-
en läfst, einer Theorie, welche die Analogie mit an-
richtig erwiesenen Erklärungen für sich hat. Die Kräfte,
Pohl zu Hülfe nimmt, müssen geradezu für *qualitates*
, nicht sehr verschieden von dem alten Horror vacui
werden, die nach einem ganz willkürlich und blofs zum
Erklärung postulirten Gesetze thätig seyn sollen. Nach
durch Erfahrung erwiesenen Gesetzen der E. wird — E
+ E und eben so + E durch — E vermindert oder bei
beider ganz aufgehoben. Pohl nimmt gerade das
an, denn das in dem mit dem feuchten Leiter in Be-
stehenden Zinke vor der Schliefsung vorhandene —
das +, welches im Augenblicke der Schliefsung durch
Contact mit dem Kupfer in ihm erregt wird, vielmehr
werden. Hier wirkt also das + nicht mehr nach sei-
ähnlichen el. Charakter, es wirkt vielmehr als ein Reiz
auf die entgegengesetzte Weise. Wie kann es aber
eigenthümliche Natur verleugnen? Pohl wird sagen, al-
hebt es das — im Zinke auf, wie auch oben angedeutet
entladet gleichsam dasselbe, aber in Beziehung auf das F
es als ein Reiz, und erregt dieses gleichsam zur stärkern
n, wodurch denn das — um so kräftiger im Z auftritt.
liches Verhältnifs ist dann aber offenbar kein *elektrisches*
sondern ein ganz neues, mit keinem andern Verhältnisse,
stens keinem in der anorganischen Natur vergleichbares,
ysteriöses, und die ganze Kraft der geschlossenen Kette,

ein isolirt stehendes willkürlich angenommenes Princip. Aber nicht einmal die Erscheinungen passen zu demselben, ohngeachtet es nach ihnen gemodelt ist. Mag man nun mit Pohl annehmen, dafs das *Eisen* mit der Pottaschenlauge negativ und das *Kupfer* positiv werde, dem Gesetze gemäfs, dafs die Metalle, die mit einer Flüssigkeit negativ werden, dieselbe el. Erregung auch mit allen übrigen Flüssigkeiten zeigen, und eben so die mit einer einzelnen Flüssigkeit positiv werdenden, sich eben so gegen alle übrigen verhalten, oder unsern Versuchen mehr Glauben schenken, welchen zufolge beide gleichmäfsig damit negativ werden, so mufs doch von den beiden Metallen dasjenige, welches durch die Berührung mit dem andern positiv wird, vermöge dieses stärkern Reizes oder des Gesetzes der Antiperistasis in seiner Negativität wachsen und das andere eben so in seiner Positivität, oder wenn es selbst negativ war, nunmehr positiv werden, am ersteren also das Oxygen, am letzteren das Hydrogen auftreten. Der Versuch selbst zeigt aber in der geschlossenen Kette aus Eisen, Pottaschenlauge und Kupfer gerade das Gegentheil; indem vielmehr am *Kupfer* das *Oxygen*, am *Eisen* das *Hydrogen* auftritt, wie Davy's Versuche gelehrt haben, die ich durch den Multiplicator vollkommen bestätigt fand. In gleichem Widerspruche steht auch das Verhalten mehrerer Amalgame mit dem Zinke in der geschlossenen Kette (vgl. oben). — Auch die Wanderungen der Stoffe von einem Pole zum andern in der geschlossenen Kette lassen sich nach Pohl's Theorie nicht wohl begreifen, denn da in dieser der Elektricismus als blofse Tendenz in den Chemismus als die wirkliche That übergeht, so können hier die anziehenden und abstofsenden Kräfte der E. im engern Sinne eben so wenig als die Wirksamkeit von reellen Strömungen einer Materie, die nach Pohl blofse Blendwerke sind, zu Hülfe genommen werden, vielmehr mufs alles den Gesetzen des chemischen Processes gemäfs erklärt werden, in welchem aber nirgend eine Abstofsung in die Ferne vorkommt, ohne welche doch die Wanderung eines Stoffes von einem Pole zum andern gar nicht begreiflich ist.

Da Elektricität und Chemismus nach Pohl identische Thätigkeitsäufserungen der Materie sind, so mufs der Unterschied, welchem die Metalle und die flüssigen Leiter in ihrem chemischen Grundverhalten zeigen, sich auch in der Art, wie sie die

E. leiten, offenbaren. Die Leitung der E. durch die Flüssigkeit ist nach Pohl's Theorie vermöge ihrer Zersetzbarkeit eine wahre Aufgeschlossenheit des elektrochemisch polaren Gegensatzes durch die Masse derselben hindurch von einem Extreme zum andern. Jedes Quantum elektrisch erregter Flüssigkeit, jede einzelne Schicht des flüssigen Leiters in der galvanischen Kette, ist somit als ein Aggregat von abwechselnden positiv und negativ elektrisch polaren, unendlich nahen Lamellen zu betrachten, die durch wechselseitige Erregung hervorgerufen sind, und an den Extremen jeder einzelnen Schicht, wie die Pole eines Magnetes stets mit entgegengesetzter Polarität hervortreten. Auch nur von einer einzelnen Seite el. angeregt zerfällt die Flüssigkeit in solche abwechselnde polare Schichten, und versichtbart eben darum jedesmal auf der entgegengesetzten Seite von derjenigen, wo sie angeregt wird, auf das bestimmteste die entgegengeserzte Erregung, und behält den einmal hervorgerufenen Erregungszustand längere Zeit bei. Ein einzelnes, in die geschlossene Kette versetztes, oder von verschiedenen Seiten her el. entgegengesetzt erregtes Metall, wie z. B. ein Draht, welcher den flüssigen Leiter unterbricht, wird durch die Energie der Entwickelung des ganzen Processes zwar gezwungen, sich gleichfalls für den polaren Gegensatz aufzuschliefsen, er verschliefst sich aber sogleich wieder demselben, sobald dieser Zwang aufhört und nur von einer Seite angeregt erscheint er durch seine ganze Masse hindurch entweder ganz positiv oder negativ. Indefs ist diese Verschiedenheit in der Art der Fortleitung der E. durch feste und flüssige Leiter durch keinen entscheidenden Versuch nachzuweisen. Wenn die Leitung der E. überhaupt nichts anders als eine fortschreitende Ausgleichung mit ihrem Gegensatze und eine damit gleichlaufende Erregung der gleichnamigen ist, so mufs man auch in den Metallen eine solche undulatorische Fortpflanzung annehmen, vermöge welcher im Fortgange des + aus dem 0 der ersten Schicht oder des ersten Querschnitts seinen Gegensatz, und das auf diese Art frei gewordene + dieses 0 aus dem 0 der nächst angrenzenden unendlich dünnen Schicht abermals seinen Gegensatz anzieht, bis endlich die Ausgleichung durch solche abwechselnde Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen ihren Weg durch den ganzen Leiter zurückgelegt hat. Nur in wahren Nichtleitern lassen sich fortdauernd in Spannung gegen einander befindliche abwechselnde

Schichten + und — denken, und auch durch directe Versuche nachweisen; die Flüssigkeiten, insbesondere Salzauflösungen, sind aber zu gute Leiter, um die el. Spannung in getrennter Polarität auseinander zu halten. Eine eigenthümliche Paradoxie in Pohl's Theorie ist noch die Behauptung, dafs das Zink nicht als positiv el. Körper sich in der Kette oxydire, sondern als negativ el. Körper, dafs vielmehr die positiv el. Flüssigkeit die Tendenz habe sich zu desoxydiren, den aciden Factor gegen das negative Metall zu kehren, dafs umgekehrt das Kupfer als positiv el. Körper das Hydrogen anziehe, und die an dasselbe angrenzende negative Flüssigkeit als solche die Tendenz habe, den basischen Pol abzustofsen, oder den negativen anzuziehen. Es werden dadurch die gewöhnlichen elektrochemischen Theorieen recht eigentlich auf den Kopf gestellt, und der Erfinder dieser neuen Theorie verwickelt sich dadurch in Schwierigkeiten, die er mit allem seinen Scharfsinne nicht zu heben im Stande ist, wie ich bei der Säule noch kürzlich zu erinnern Gelegenheit haben werde.

III Von dem verstärkten Galvanismus, oder der galvanischen Action in der vervielfachten Kette (der Volta'schen Säule).

A. Thatsachen.

65. Zwei Erreger (Leiter) der ersten Classe, in wie vielen Abwechselungen sie auch mit einander combinirt oder über einander geschichtet werden mögen, geben an den Enden einer solchen Reihe keine stärkere el. Polarität, als die beiden Endglieder in unmittelbarer Berührung mit einander gegeben haben würden, und wenn man die beiden Endglieder einer solchen aus blofsen Erregern der ersten Classe bestehenden Säule, wie grofs sie auch immer sey, durch einen feuchten Leiter zur Kette schliefst, so hat man keine andere Wirkung, als wenn man eine blofs einfache Kette aus den beiden Endgliedern und dem feuchten Leiter gebildet hätte. Alles dieses ergiebt sich als mittelbare Folge des Spannungsgesetzes der Erreger der ersten Classe, und ist schon oben (Nr. 19, 20 und 23) hinlänglich auseinandergesetzt.

Wenn man dagegen Combinationen zweier Erreger der
Classe mit zwischengelegten feuchten Leitern an einander
so dafs in der Aufeinanderfolge immer dieselbe Lage der
gegen einander bleibt, wenn man also z. B. auf einem
Stative eine Reihe von Metallplattenpaaren in einer be-
sich gleich bleibenden, Ordnung, z. B. Zink, Kupfer
von Platten über einander in stets gleicher Abwechslung
so dafs zwischen je zwei solchen Metallplattenpaaren
ein feuchter Leiter z. B. eine mit Wasser, oder Koch-
sung oder einer sonstigen salzigen Flüssigkeit getränkte
interpolirt wird, so entsteht dadurch eine sogenannte
Säule oder *Galvanische Batterie*, welche nunmehro
Thätigkeit und alle davon abhängige Processe der einfa-
Kette in einem verstärkten Grade zeigt, und deren Erschei-
zusammen das Gebiet des *verstärkten Galvanismus*, der
fachten Kette oder des sogenannten *Voltaismus* im en-
Sinne ausmachen, welche letztere Bezeichnung einige zum
des unsterblichen Erfinders der Säule vorgeschlagen,
und zum Unterschiede von dem *Galvanismus* im en-
Sinne, welche Benennung die Erscheinungen der einfachen
bezeichnet, nach dem Namen desjenigen, dem das Glück
seltenen Fund gewährt hatte.

6. Es lassen sich alle Erscheinungen des verstärkten Gal-
nach demselben Schema betrachten; nach welchem ich
gen der einfachen Kette entwickelt habe, also erstlich
Erscheinungen der vervielfachten Kette im *ungeschlossenen*
demnächst die Erscheinungen der *geschlossenen* Säule
den Hauptverschiedenheiten ihrer Zusammensetzung aus zwei
der ersten und einem Erreger der zweiten Classe, einem
der ersten und zweien der zweiten Classe, endlich blofser
der zweiten Classe und nach den Hauptclassen von Wir-
welche die Säule eben so wie die einfache Kette, nur in ei-
verstärkten Grade, zeigt. Um jedoch diesem Artikel keine un-
liche Ausdehnung zu geben, und da sich, wenn von einer
Säule das Gesetz, nach welchem sich die galvanische Action
vielfacht und die davon abhängigen Processe gesteigert hervor-
entwickelt ist, die Anwendung auf jede andere Art von
sich von selbst ergiebt, so will ich mich hier nur auf die
Säule in ihrer einfachsten Form beschränken, und
Hauptumrisse des verstärkten Galvanismus, sowohl was die

Phänomene als auch die Theorie betrifft, mittheilen, das näher Detail und insbesondere die Beschreibung der verschiedenen Ar ten von galvanischen Batterien und ihren mannigfaltigen Wirkun gen den Artikeln *Säule*, *Volta'sche Säule*, *trockene* oder *Zam bon'sche Säule* vorbehalten.

68. Die el. Verhältnisse einer nach dem obigen Schema (§ 66) gebauten Säule verdienen vor allen unsere Aufmerksamkeit da sich nach ihnen vorzüglich die übrigen Wirkungen der Säule richten, die eben darum auch nicht unpassend den Namen der *elektrische Säule* erhalten hat. Diese Verhältnisse sind zuerst mit grofser Klarheit von VOLTA [1] entwickelt, aber auch unab hängig von diesem, von andern Beobachtern, insbesondere von ERMAN [2] und im gröfsten Detail von RITTER [3] und JÄGER [4] beschrieben worden, und man kann diesen Theil des Thatsäch lichen als vollkommen erschöpft betrachten. Gerade so, wie in der einfachen Kette, zeigen auch hier die el. Verhältnisse eine wesentlich verschiedene Beschaffenheit, je nachdem die Säule ungeschlossen oder geschlossen ist. Im ersten Falle zeigt sich die E. nur durch freie Spannung, im zweiten durch Strömung (Ausgleichung) thätig, im ersten Falle gelangt sie zu einem stabilen Gleichgewichte, oder einem Zustande der Ruhe in allen einzelnen Ketten, welche zusammen die Säule ausmachen, im zweiten Zustande wird dieses Gleichgewicht stets wieder aufgehoben, und eine beständige innere Bewegung unterhalten; im ersten offenbart sich die Thätigkeit nach aufsen als rein el. ohne innere Veränderung der Glieder, im zweiten als rein magnetische mit innerer (chemischer) Veränderung der Glieder. Zwischen beiden Zuständen liegt der Zustand der unvollkommenen Schliefsung mitten inne, kann sich aber bald mehr dem einen, bald mehr dem andern nähern, und vereinigt dann beide Classen von Phänomenen entweder auf gleiche Weise oder mit dem Uebergewichte der einen oder der andern, je nachdem dieser Zustand dem einen oder dem andern näher liegt.

---

1 G. X. 439. ff.

2 Ebend. VIII. 197. 384.

3 Ebend. VIII. 209. 887. und XIII. 265.

4 Ebend. XI. 316. und XIII. 399.

...troskopische Phänomene der vollkommen offenen isolirten Säule.

...t. Erbaut man nach der oben (Nr. 66) angeführten Weise ...er hinlänglich groſsen Anzahl von Abwechselungen z. B. ...) Plattenpaaren aus Zink und Kupfer von runder oder ...ger Gestalt, wobei, was die elektroskopischen Phäno... betrifft, die Gröſse der Platten nicht in Betracht kommt, ...ch oder Pappenscheiben, welche mit Kochsalzlauge oder ...auflösung getränkt sind, wenn also diesem gemäſs C das ...r. Z das Zink, N die feuchte Pappe und g g die wohl... ...sten Glasstäbe bezeichnen, welche die Metallplatten ...r Lage stützen und zugleich isoliren, und sorgt für eine ...möglich vollkommene Isolirung der Säule durch Unter... ...einer hinlänglich dicken Harzscheibe r, über welcher sich ...noch mehrere recht trockene Glasplatten v v befinden, ...gt sich an beiden Enden A und B *freie el. Spannung*, ...e durch hinlänglich empfindliche Elektrometer erkennbar ...e Säule erscheint als ein wahrer el. Magnet mit zwei Po... ...Das eine Ende ist positiv, das entgegengesetzte Ende ist ...v und zwar liegt, welche Combination von zwei trocke... ...Erregern, oder welches Plattenpaar man auch unter Beibe... ...des oben angeführten feuchten Leiters anwenden mag, ...positive Pol immer nach derjenigen Seite, nach welcher das ...ive Glied der gewählten Combination hin liegt, wenn man ...diese Lage in Beziehung auf das angewandte Platten... ...bestimmt, oder von der Berührungsfläche der beiden Me... ...der Erreger der ersten Classe mit einander ausgeht; der ...ive Pol dagegen nach derjenigen Seite, nach welcher der ...ive Erreger hingekehrt ist, und also in dem gewählten Bei... ...le der positive Pol nach oben, der negative nach unten. ...e beiden Pole sind sich an el. Intensität vollkommen gleich, ...wenn besonders in früheren Versuchen ein Ungleichheit der... ...en beobachtet wurde, so lag die Ursache bloſs in ihrer nicht ...ch vollkommenen Isolirung. So hatte ich z. B. den negati... ...Pol schwächer als den positiven gefunden [1], Erman fand ...gegen zuweilen die Divergenz am negativen Pole die am po-

Fig. 122.

1 Schw. III. 868.

sitiven Pole übertreffen [1], und leitete diesen Unterschied von einer verhältnifsmäfsig etwas stärkern Entladung des positiven Pols durch die umgebende Luft her, wenn sich diese in einem negativ el. Zustande (?) befand, Ritter, der in seinen anfänglichen Untersuchungen bald den positiven, bald den negativen Pol überwiegend fand [2], überzeugte sich, dafs wenn alle Umstände, die auf die Schwächung des einen oder andern Pols hinwirken, sorgfältig vermieden werden, die Elektricitäten an beiden Enden gleiche Intensitäten zeigen. Bei verticalen Säulen macht die vollkommene Isolirung des unteren Pols grofse Schwierigkeiten, indem durch das Ablaufen der Flüssigkeit die Unterlage leitend wird, wie G. Bischoff durch mehrere Versuche aufser Zweifel gesetzt hat [3]. Er baute zwei ganz gleiche Säulen von 202 Paaren Zink und Kupfer, welche auf ungefähr 1 Zoll dicken Harzkuchen, die in Kästchen von Pappe eingegossen waren, ruhten. Beide Säulen standen in einem Gestelle und jede war durch 4 senkrecht stehende Glasröhren eingeschlossen, sie waren in entgegengesetzter Ordnung aufgebaut, so dafs die eine den positiven oder Zinkpol, die andere den negativen oder Kupferpol nach oben hatte; jeder der obern Pole zeigte, durch das Elektrometer geprüft, gleiche Intensität, aber der untere Pol bei beiden war ohne alle Wirkung auf das Elektrometer. Bei einer grofsen Sorgfalt zeigten aber auch die unteren Pole ihre freie el. Spannung, und zwar von ganz gleicher Intensität wie die oberen. Zur Prüfung der freien Spannung der Pole haben daher horizontalliegende Säulen, deren Endplatten sich leichter vollkommen isoliren lassen, da hier keine Benetzung der Harzscheiben durch die Flüssigkeit eintritt, einen entschiedenen Vorzug. Es ist aber noch eine andere Vorsicht zu beobachten, wenn man die wahre el. Polarität der offenen Säule in ihrem reinen Zustande beobachten will. Entweder mufs man sie nämlich so aufbauen, dafs man jede einzelne Scheibe mit isolirenden Handhaben, z. B. mit Zangen, welche mit Siegellack überzogen, und überdiefs noch mit Seide ausgefüttert sind, anfafst, oder man entladet die ohne jene Vorsicht aufgebaute Säule durch eine vollkommene Schliefsung mit einem isolirten metallenen

1 G. XI. 98.

2 Ebend. VIII. 454.

3 Kastner's Archiv IV. 13.

[illegible], und hebt ihn nach kurzer Zeit ab. Hat man mit einem [illegible] Metalldrahte geschlossen, so würde man für den [illegible] man die Verbindung mit den beiden Polen in dem[illegible]chen untheilbaren Augenblicke aufhöbe, die Säule im [illegible] einer vollkommene Gleichheit beider Pole zurückgelas[illegible]. Da dieses aber in der Wirklichkeit buchstäblich [illegible] zu erreichen ist, sondern der eine oder andere Pol [illegible] Verbindung mit dem Drahte zu bleiben pflegt, so [illegible] als Folge davon stets eine kleine Ungleichheit in der [illegible] Pole einstellen, indem derjenige Pol, welcher län[illegible] in Berührung gewesen war, eine geringere Intensität [illegible], mit einem Unterschiede, welcher dem Unterschiede [illegible] zwischen dem Aufhören der Verbindung des Metall[illegible] dem einen und dem anderen Pole proportional ist [1]. [illegible] Säule von 100 Plattenpaaren Z K ist die el. Inten[illegible] schon so merklich, daſs die 2½ Z. langen und höch[illegible] breiten Blättchen eines Bennet'schen Elektrome[illegible] divergiren und Volta erhielt von den Polen einer sol[illegible] an einem Goldblattelektrometer 3 L., und an seinem [illegible]halmelektrometer eine Divergenz von 1,5 bis 1,75 [illegible] der Umfang des Elektrometers im Verhältniſs zur Gröſse [illegible] einer Säule, deren el. Intensität man auf diese [illegible] will, nur wenig betragen dürfe, und eigentlich dage[illegible]schwindend seyn müsse, wenn man bei vollkommener [illegible] des entgegengesetzten Pols das wirkliche Maximum [illegible]sität des Pols erhalten will, darauf werde ich noch [illegible] bei den Versuchen mit dem Condensator zurück[illegible]. Je gröſser die Zahl der Plattenpaare ist, aus welcher [illegible] Säule erbaut hat, um so auffallender wird die freie el. [illegible] der Pole seyn [2], und wir werden an einem andern [illegible], daſs sie bei Säulen von mehreren tausend Abwechs[illegible] endlich einen Grad erreicht, um leichte Pendel in Be[illegible] zu setzen, und bei hellem Tage sichtbare Funken von [illegible] merklichen Schlagweite und mit hörbarem Knistern mit[illegible]. Bei einer Säule von 100 Plattenpaaren ist indeſs die [illegible] noch so gering, daſs sie selbst den Widerstand der [illegible] Oxydschicht nicht zu überwältigen vermag, weswe-

---

[1] [illegible] bei G. VIII. 480.

[2] [illegible] Säule, trockene.

gen man bei den Drähten, welche die Verbindung zwisch dem Pole und dem Elektrometer machen, auf reine metallis Berührungspuncte sehen mufs. Damit der eine Pol seine fr el. Spannung zeige, ist es durchaus nicht nöthig, dafs zugl die E. des entgegengesetzten Pols nach aufsen beschäftigt Wenn daher zwei Goldblattelektrometer mit den beiden P gleichzeitig in Berührung sind, und beide Elektrometer die g che Divergenz, das eine die positive das andere die negative gen, so nimmt so wenig die Divergenz des einen als andern Pols ab, wenn man die Verbindung des andern Pols seinem Elektrometer aufhebt. Diesem scheinen die von Ri mit einer Säule von 600 Paaren Zink, Kupfer und mit Koch lösung getränkten Pappen angestellten Versuche zu wider chen [1], an welcher ein Saussüre'sches Hollundermarkkügelch elektrometer nicht divergirte, wenn es mit seinem obern Ha vom einen oder andern Pole [2] der gut isolirten Säule in freien Luft herabhing, ohne dafs von der Bodenplatte des El trometers eine Ableitung nach der Erde angebracht, das El trometer also ganz isolirt war. Erst dann, wenn die Isolir desselben aufgehoben wurde, gingen die Kügelchen aus ei der und zwar mit einer Divergenz, die nur die halbe von de nigen war, welche jeder einzelne Pol zeigte, wenn der an ableitend berührt wurde, und welche letztere an dem gebr ten Elektrometer 2,5 Par. Zoll betrug; wurde dagegen der tere Haken der Bodenplatte des Elektrometers zugleich mit andern Pole verbunden, so zeigte das Elektrometer die g Divergenz, d. h. dieselbe, wie wenn die Säule an dem an Pole ableitend berührt worden wäre. Dafs allerdings die gegenwirkung in dem einen Falle des + E. aus dem Erdbo in dem andern Falle des entgegengesetzten Pols von den an Seitenwandungen des Elektrometers herabgehenden Staniol fen aus auf die Verstärkung der sonst nur einseitigen repuls Wirkung des einen Pols in den durch den Haken des In ments mit denselben in Verbindung stehenden Kügelchen tragen mufste, ist leicht einzusehen; auch läfst sich annehm

1 G. XIV. 6.

2 Die grofse Säule bestand aus 4 neben einander aufgebauten len, jede von 150 Plattenpaaren, die so mit einander verbunden ren, dafs die beiden Pole sich zu oberst an den Enden der be äufsern Seiten befanden.

ls bei einem so wenig empfindlichen Elektrometer die blofs
nseitige repulsive Wirkung nicht im Stande gewesen seyn
ichte, die Kügelchen zu einer merklichen Divergenz zu brin-
n; dafs aber auch ohne diese Entgegenwirkung durch die blofs
nseitige Wirkung des einen oder andern Pols einer Säule von
) bis 100 Plattenpaaren wenigstens die Goldblättchen eines
llkommen isolirten Elektrometers zur Divergenz gebracht wer-
n, haben mich oft wiederholte Versuche gelehrt, wie dann
ch Erman [1] schon in der ersten Zeit bei den mit der Säule
gestellten Versuchen beobachtete, dafs der eine Pol einer voll-
mmen isolirten Säule von 200 Plattenpaaren eine Hollunder-
rkkugel aus einer Entfernung von 2 Linien anzog, wenn auch
r andere Pol nicht von aufsen beschäftigt (vollkommen isolirt)
ar, welche Anziehung aber allerdings viel rascher und bei
ner Entfernung von 4 bis 5 Lin. erfolgte, wenn der andere
ol ableitend berührt wurde. Es ist eine merkwürdige Beob-
htung Ritter's, dafs die einem Elektrometer von dem einen
er andern Pole aus mitgetheilte E. eine geringere Wirkung
ervorbringt, oder eine geringere Intensität zeigt, so lange die
erbindung zwischen dem Elektrometer und dem Pole besteht,
s unmittelbar nach aufgehobener Verbindung. Dieses Resul-
t erhielt Ritter, als ein Goldblättchen, welches an dem Ende
nes isolirten Stempels einer Glocke herabhing, einem Drahte, Fig. 123.
den ein seitwärts durch die Glocke gehender Stempel endigte,
egenüberstand, und nun mit dem ersten Stempel der eine oder
ndere Polardraht einer Batterie in Verbindung gebracht wurde,
ie aus der Zeichnung zu ersehen ist, wo α das an dem einen
empel A herabhängende Goldblättchen, β den mit dem andern
tempel B verbundenen Draht bezeichnet. Wurde nach gesche-
ener Verbindung und während derselben von A mit a, dem
m positiven, oder mit b, dem zum negativen Pole der isolir-
n Säule gehenden Drahte, β dem Goldblättchen α so weit ge-
hert, bis α dergestalt gegen β umgebogen wurde, dafs nur
ch wenig fehlte, um ganz an β anzuschlagen, und wurde
nn a oder b von A getrennt, so näherte sich in demselben
ugenblicke α dem Drahte β schnell noch mehr, und schlug
hlich an denselben an. War die Entfernung des Drahtes β
n α so grofs, dafs bei der Trennung des Drahtes a oder b von

1 G. VIII. 199.

A, α nicht wirklich bis zu β überschlug, so versuchte doch in dem Augenblicke der Trennung nach β hinzugehen, es beka gleichsam einen kleinen Stofs nach ihm hin, dieser war aber schwach, es ganz hinzubringen, es drehte unterwegs, noch e es β erreichte, wieder um, und fiel langsam in seine allere Lage zurück.

Sind die Metallplatten einer Volta'schen Säule hinlängli grofs, im Verhältnisse gegen den Theil des Elektrometers, d die E. von der Säule aus mitgetheilt werden soll, so dafs b der Ausgleichung irgend eines Quantums von freier E., welch einer solchen Platte von aufsen mitgetheilt worden wäre, dem Elektrometer die Intensität oder Spannung der E. der P nicht merklich vermindert werden möchte, so wird die Endpl der Säule, wenn sie an einem isolirten Handgriffe von die abgenommen wird, dem Elektrometer dieselbe Divergenz m theilen, als so lange sie noch mit der Säule in Verbindung st zum Beweise, dafs die E., wenn gleich durch die Thätigkeit d Säule hervorgerufen, doch nunmehr unabhängig von dieser Th tigkeit für sich fortbesteht, und sich also die Volta'sche Sä in dieser Hinsicht ganz verschieden von einem Magnete verh bei welchem ein Fragment, von dem einen oder andern En abgetrennt, nicht die einseitige nördliche oder südliche Polar beibehält, sondern als ein neuer, jedoch viel schwächerer Ma gnet mit beiden Polen auftritt [1].

Die freie el. Polarität schränkt sich nicht blofs auf die Ei platten ein, sondern sie erstreckt sich von da aus, jedoch ab nehmend, in beiden Hälften nach der Mitte der Säule zu, w ein 0 oder Indifferenzpunct sich befindet, welchen die isolir Säule im eigentlichen Sinn in zwei Hälften von entgegengesetz freier el. Spannung theilt, wovon die eine Hälfte durchaus po sitiv, die andere durchaus negativ ist, gerade so wie ein Lon tudinal-Magnet in seinen zwei Hälften die entgegengesetzt Magnetismen zeigt, wobei jedoch die el. Intensitäten in den be den Hälften nach dem Indifferenzpuncte zu nach einem ande Gesetze abnehmen, als bei dem Magnete. Um diese Abnah und ihr Gesetz genauer übersehen zu können, wollen wir un eine Zink-Kupfersäule vorstellen, und auch hier den el. Spa nungsunterschied dieser beiden Metalle als Einheit zum Grun

1 Vgl. Pfaff in Schw. J. X. 189.

Die Quantitäten der negativen und positiven Elektrici-
der isolirten Säule bilden dann in Beziehung auf dieses
zwei arithmetische Progressionen, in deren jeder
Unterschied zwischen zwei auf einander folgenden Gliedern
Einheit seyn wird. Ist die Anzahl der Platten gerade, so
man die Intensität des negativen Pols an der Kupferplatte,
man die Zahl der Platten durch 4 dividirt, und den Quo-
mit dem — Zeichen versieht; dieselbe Zahl mit dem Zei-
+ giebt den gleichen positiven Pol. Diese beiden äufsersten
befinden sich in zwei gleichen und entgegengesetzten
men, und derselbe Fall wird je für zwei Platten, die sich
Entfernung von den Extremen befinden, statt haben.
Mitte der Säule werden sich zwei Platten auf 0 befinden.
Summe der beiden Progressionen, der negativen und posi-
wird stets 0 seyn. So wird also unter obiger Voraussetzung
eine Säule von 6 Plattenpaaren oder 12 Platten, die el. In-
der beiden Endplatten durch die Zahlen $+\frac{12}{4} = +3$
$-\frac{12}{4} = -3$ ausgedrückt werden, und folgende Reihe von
den el. Zustand der Platten darstellen.:
$-2; -2-1; -1-0; +0+1; +1+2; +2+3.$
ist die Anzahl der Platten ungerade, so wird man den
der ersten Platte von der negativen Seite ausgegan-
werden, wenn man erst den 4ten Theil der Platten mit
negativen Zeichen nimmt, und die Einheit, dividirt durch
Anzahl der Platten, hinzufügt. Alles übrige gilt auch
gleiche Weise, wie im ersten Falle. So wird man also
Platten die negative Spannung der ersten Kupferplatte
$-\frac{1}{7}-3 = -\frac{12}{7}$, und den el. Zustand der übrigen Platten
folgende Progression dargestellt erhalten:
$-\frac{5}{7}-\frac{5}{7}-\frac{2}{7}, +\frac{2}{7}+\frac{5}{7}, +\frac{5}{7}+\frac{12}{7}.$
allen Fällen werden die Platten, die durch die feuchten
von einander getrennt sind, die gleiche el. Spannung ha-
wo ferne man von den schwachen elektromotorischen Wir-
dieser letzteren selbst abstrahirt.
Die Richtigkeit dieser arithmetischen Darstellung läfst sich
gewöhnliche elektroskopische Versuche nur im Allgemei-

nen und annähernd nachweisen, insofern diese Versuche bl
zeigen, dafs wenn man bei einer vollkommen isolirten Sa
von 200 bis 300 Plattenpaaren das Elektrometer von der ob
sten oder untersten Endplatte aus nach der Reihe mit den n
innen zu liegenden Platten in Verbindung setzt, die Spann
gen sehr allmälig und gleichförmig von beiden Seiten aus abn
men, die aber bald so schwach werden, dafs auch das empfin
lichste Elektrometer bei dem 20sten bis 30sten Plattenpaare, v
der Mitte ausgegangen, keine merkliche Spur von freier Spa
nung mehr anzeigt, diese Richtigkeit ergiebt sich aber fol
recht aus dem Satze, dafs die Spannungen der auf einander
genden Plattenpaare in arithmetischer Ordnung wachsen, ein S
welcher mit Nothwendigkeit aus der Volta'schen Theorie fl
und den auch die weiter unten zu beschreibenden Versuche m
dem Condensator so scharf beweisen, als überhaupt unsere d
E. messenden Instrumente auf dem jetzigen Standpuncte ge
vergleichbare Mafse für freie el. Spannungen zu geben im St
de sind.

Elektroskopische Verhältnisse der einseit
abgeleiteten Säule.

70. Sind die beiden Pole einer vollkommen isolirten
ta'schen Säule mit zwei Goldblattelektrometern verbunden,
ohe in diesem Falle gleiche el. Spannung, das eine positiv
andere negative, zeigen, und berührt man den einen Pol a
tend mit dem Finger, so sinkt seine Spannung augenblic
auf 0 herab und die Spannung des andern steigt auf das D
pelte der ursprünglichen, und erreicht das Maximum, de
sie überhaupt fähig ist. Da sich ein Strohhalm- oder G
blattelektrometer wenigstens für gewisse Grade leicht so
guliren läfst [1], dafs man die Spannungen, die es anzeigt,
gleichungsweise in Zahlenwerthen genau angeben kann.
gilt diese Behauptung der Verdoppelung nicht blofs als
gerung aus andern Versuchen, namentlich mit dem Co
sator, sondern findet ihre Bestätigung in den Vers
selbst, jedoch nur unter der Bedingung, dafs die leitende
fläche der Elektrometer gegen die der Platten nicht me
in Betracht kommt. Von dem abgeleitet berührten Ende

1 S. *Elektrometer.*

ausgegangen befolgen die Spannungen in einer solchen aus Kupfer und Zink unter obiger Voraussetzung, dafs Spannungsunterschied zwischen Zink und Kupfer in der Be- = 1 gesetzt werde, eine *arithmetische Progression, durch die natürliche Folge der Zahlen dargestellt wird,* der Spannungsunterschied je zweier in unmittelbarer Be- befindlicher Platten = 1, und die Spannungen der je einen feuchten Leiter zunächst von einander getrennten nen Platten gleichartig und gleich grofs sind, und zwar diese Spannungen durchaus positiv, wenn der negative Pol ab- berührt worden ist, negativ dagegen bei ableitender Be- des positiven Pols; das für eine aus 6 Plattenpaaren be-, isolirte Säule oben angegebene Schema verändert sich beiden Fälle in nachfolgendes:

+1 + 2; + 2 + 3; + 3 + 4; + 4 + 5; + 5 + 6,
−1 − 2; − 2 − 3; − 3 − 4; − 4 − 5; − 5 − 6

Beide Säulen sind im strengsten Sinne *unipolar.* Die Di- der Goldblättchen oder Strohhälmchen, die in dem Au- der ableitenden Berührung des entgegengesetzten Pols Doppelte verstärkt worden war, behauptet sich in die- Stärke, ohne weiter zuzunehmen, so lange die Säule über- noch wirksam ist, was mehrere Tage hindurch statt finden

Nimmt man den ableitenden Draht, der mit dem einen andern Pole in Verbindung stand, ab, und läfst so die wieder im Zustande der Isolirung, so bleibt sie dennoch gewisse Zeit in demjenigen Zustande der Spannung, in wel- sie durch das vorige Verfahren gebracht wurde, und nur kehrt sie in ihren ursprünglichen Zustand doppelter Po- zurück, in so fern in dem Verhältnisse, in welchem die dem Pole, an welchem die Anhäufung statt fand, sinkt, entgegengesetzte allmälig wieder an dem andern Pole zum kommt, bis auf beiden Seiten wieder vollkommene und an jedem Pole die Hälfte der durch die Ablei- einem einzelnen Pole hervorgerufen gewesenen Inten- findet. Es bedarf kaum der Erinnerung, dafs alle diese nur unter der Bedingung der möglichst vollkommenen und gleichen Isolirung beider Pole statt finden, und nur durch

Vgl. Erman in G. VIII. 208.

sehr empfindliche und genau vergleichbare Elektrometer constatirt werden können. Wenn man die Qualität der E. des mit dem einen Pole verbundenen Elektrometers, während der andere Pol ableitend berührt wird, auf die gewöhnliche Weise durch eine angenäherte geriebene Siegellackstange oder Glasröhre untersuchen will, so erhält man gerade das entgegengesetzte Resultat von demjenigen, was man nach der angeführten Auseinandersetzung erwarten sollte oder die Pole scheinen gerade die entgegengesetzte E. von derjenigen, die alle sonstige Versuche an ihnen offenbaren, zu besitzen. Die durch den positiven Pol divergirenden Strohhälmchen oder Goldblättchen, statt durch Annäherung der Glasröhre in ihrer Divergenz zuzunehmen, nehmen vielmehr darin ab, und erst wenn die Glasröhre noch weiter genähert wird, tritt eine abermalige stärkere Divergenz ein. Eben so verhält sich die Sache mit dem, mit dem negativen Pol in Verbindung stehenden, Elektrometer bei Annäherung der geriebenen Siegellackstange. Wird dagegen derselbe Versuch mit dem Elektrometer angestellt, nachdem dasselbe aufser Berührung mit den Polen der Säule gebracht worden, so verhält sich alles der gewöhnlichen Regel gemäfs, d. h. die durch den positiven Pol zur Divergenz gebrachten Goldblättchen oder Strohhälmchen nehmen nunmehro bei Annäherung der geriebenen Glasröhre an Divergenz zu, und eben so die durch den entgegengesetzten Pol divergirenden durch Annäherung der geriebenen Siegellackstange. Diese von mir beobachtete Anomalie, welche ich eben darum ein el. Paradoxon nannte [1], erklärt sich auf folgende Weise. Da nämlich die Säule an dem entgegengesetzten Ende mit dem Erdboden in Verbindung steht, so wird wenn das Elektrometer mit dem positiven Pole communicirt, die positive E. der Glasröhre nach dem gewöhnlichen Gesetze der Anziehung von negativer E. aus dem Erdboden längs der ganzen Säule, wodurch die Spannung des positiven Pols und die Divergenz des Elektrometers vermindert werden mufs, weswegen man dann auch eine Art von Schwanken in dem Elektrometer wahrnimmt, indem die Säule immer wieder ihre vorige Spannung herzustellen strebt; nähert man aber dann die Glasröhre immer mehr, so nimmt die Vertheilung immer mehr zu; aus dem 0 der Säule und des Elektrometers selbst durch An-

1 Schw. III. 367.

hung des — frei gemachte und zurückgetriebene positive E. ist dann wegen der näheren und stärkeren Einwirkung gezwungen, ihren Weg auch abwärts durch die Goldblättchen selbst zu nehmen, und indem sie sich nach unten zu in ihnen anhäuft, bringt sie neue Divergenz hervor. Wird hingegen derselbe Versuch mit dem Elektrometer angestellt, nachsem es aufser Verbindung mit der Säule gebracht worden ist, so mufs nothwendig das deinste Quantum von +, das durch Anziehung des — aus dem) des Elektrometers durch die angenäherte Glasröhre frei gemacht wird, zu dem schon in dem Goldblättchen vorhandenen reien + hinzukommen, und die repulsive Wirkung desselben, nd damit die Divergenz der Goldblättchen auf die gewöhnliche Weise vermehren. Alles dieses findet auf gleiche Weise nur mit veränderten Zeichen seine Anwendung auf den negativen Pol. Eine Volta'sche Säule äufsert bei ableitender Berührung es einen oder andern Pols selbst eine merkliche Wirkung auf n Elektrometer, wenn dasselbe auch nicht unmittelbar mit dem ndern Pole in Verbindung gesetzt wird, sondern nur auf einem nd demselben Tische mit der Säule steht. G. Bischoff hat iele Versuche [1] über den Einflufs, welchen verschiedene Umtände hierbei ausüben, angestellt; die von ihm beobachteten rscheinungen erklären sich im Allgemeinen befriedigend nach en bekannten Gesetzen der el. Vertheilung, und liefern zuleich sehr entscheidende Beweise für das nicht unbedeutende eitungsvermögen des Glases für E., worin es Seide, Siegellack, nd Harz weit übertrifft, obschon auch diese in seinen Versuhen als relative Leiter sich zeigten. Der auffallendste Versuch ar, dafs wenn Bischoff mit seinem Finger den Kupferpol einer Säule berührte, während der Zinkpol isolirt war, das oldblättchen eines Bohnenberger'schen Elektrometers die E. es ableitend berührten Pols zeigte, ohngeachtet er in keiner ndern Verbindung, als durch den Fufsboden mit dem Tische nd dem Elektrometer stand. Die Bewegung des Goldblättchens ach dem positiven Pole der kleinen trockenen Säule erfolgte ihst dann noch, wenn eine andere Person, sie mochte stehen, o sie wollte, den Kupferpol berührte. Auch war kein Unterhied zu bemerken, ob der Zinkpol isolirt war, oder nicht. ieser Versuch steht in einem scheinbaren Widerspruche mit

1 Schw. N. R. V. 251.

der von Bischoff in seinen Folgerungen aufgestellten, und i
einem späteren Aufsatze[1] wiederholten, Behauptung, dafs durc
blofse Berührung eines Pols der Säule mit dem Finger ein in de
Nähe stehendes Elektrometer die gleiche Elektricität des Pol
erhalte. Denn da im obigen Falle beide Pole zugleich berüh
seyn müssen, wenn nämlich der Zinkpol nicht isolirt war, u
mufsten beide Elektricitäten zugleich in dem Elektrometer au
treten; es konnte also weder die eine noch die andere zeige
Der Grund, dafs demungeachtet das Elektrometer nur die E. de
Kupferpols zeigte, lag darin, dafs der negative Pol der ang
wandten Säule viel stärker war als der positive, indem Bischo
eigentlich mit zwei Säulen experimentirte, die zwar mit einand
zusammenhingen, und somit eine einzige Säule bildeten, abe
so wenig isolirt waren, dafs man jede als eine eigene Säule be
trachten konnte, deren unteres Ende durch eine Glasplatte nur un
vollkommen isolirt sich merklich auf 0 befand, während das ob
Ende allein wirklich isolirt war. Nun hatte die eine Säule vo
123 Plattenpaaren an ihrem oberen Ende den Kupferpol, di
andere nur von 39 Plattenpaaren an ihrem oberen Ende den Zink
pol, folglich mufste, unter diesen besonderen Umständen, da
negative Pol jedesmal das Uebergewicht äufsern. Es leidet wo
keinen Zweifel, dafs jene mit der E. des berührten, und d
mit abgeleiteten, Pols gleiche E. des Goldblättchens von e
einer Zuleitung der abgeleiteten E. zu demselben durch de
menschlichen Körper, den Tisch, auf welchem das Elektrome
stand, und das gläserne Gehäuse des Elektrometers, das ni
ein sehr unvollkommener Isolator ist, abhing. Erman wi
indefs unter ähnlichen Umständen ein entgegengesetztes Resul
tat erhalten haben[2]. Er isolirte ein äufserst feines Elektrome
auf das vollkommenste, stellte es in einer Entfernung von 7 bi
8 Fufs einer gut isolirten kräftigen Säule von 300 Plattenpaar
gegenüber, und gab demselben eine positive Divergenz. S
oft er nun den + Pol der Säule berührte, fiel das Elektrome
etwas zusammen, und divergirte wieder etwas stärker, wenn e
den — Pol berührte. War die Säule sehr thätig, so wurde d
Elektrometer afficirt, wenn man demselben auch gar keine Div
genz vorher mitgetheilt hatte. Erman erklärt sich diese Wi

1 Kastner's Archiv IV. 79.
2 G. XI. 97. und 163.

daraus, daſs der isolirte Pol, dessen E. durch die ableitende ...ung des andern gesteigert worden ist, einen Theil seiner ... die Luft absetze, wodurch also das Elektrometer gerade ... entgegengesetzte E. des abgeleiteten Pols erhalten müsse. ... Widerspruch zwischen zwei sonst genauen Beobachtern ... durch weitere Versuche aufgeklärt werden. Indessen ist es ... wohl begreiflich, wie der isolirte Pol, in dem Augenblik-, daſs der andere Pol ableitend berührt wird, auf eine Ent-... von 7 bis 8 Fuſs durch die Luft hindurch, hinlänglich ... E., sey es nun durch Mittheilung oder durch Vertheilung ...igkeit setzen könne, um auch das empfindlichste Elek-... merklich zu afficiren, während allerdings durch Zulei-... durch den menschlichen Körper, den Tisch u. s. w. von dem ...eten Pole aus eine hinlänglich starke Mittheilung, um das ...ändliche Bohnenberger'sche Elektrometer zu afficiren, sich ...denken läſst.

...ngt man bei einer an dem einen Ende ableitend berühr-... die nunmehro durch ihre ganze Länge in continuirli-... Abnahme von dem Maximum von Spannung an dem einen ... 0 an dem andern nur die eine oder die andere von ...den E. hat, in der Mitte eine gleiche Ableitung, wie ... an dem Ende, an, so sinkt das Maximum an dem einen ... die Hälfte herab, das Null des andern steigt dagegen ... entgegengesetzten E. bis zur selbigen Stärke, auf wel-... Maximum am andern Ende so eben zurück kam, und ... Stelle der jetzigen Ableitung verschwindet alles + E ... – E, und sie wird selbst zum Nullpunct. Kurz die Säule ... ihren ursprünglichen Zustand als isolirte und nirgend ...et gewesene zurück.

Man bringe die Ableitung an irgend einem andern beliebi-... Puncte der isolirten Säule an, immer wird die Stelle der ...ung 0 werden, in welchem Zustande sich auch die Säule ...den mag, und die Intensitäten der einander entgegengesetz-... Polarelektricitäten der auf diese Weise auch auf das Ungleich-... abgetheilten, sich gegenüberliegenden, Hälften werden sich ... zu einander direct verhalten, wie die genannten beiden ...ten der Säule bestimmt durch die Zahl der diese bildenden ...genen Plattenpaare. Bei einer Batterie von 100 Platten-...en und einer Ableitung bei 33 von unten her, wo der Ku-...pol sich befindet, wird das + E am Zinkende sich zu dem

— E am Kupferende merklich verhalten wie 2:1, und es wird überhaupt jeder der beiden Theile genau übereinstimmen mit einer für sich bestehenden Säule von gleicher Aufeinanderfolge der Plattenpaare und gleicher Anzahl derselben, die an dem gleichen Ende ableitend berührt worden wären.

Man nehme zwei vollkommen isolirte Säulen, jede von 100 Zinkkupferplatten in den Versuch. Man verbinde das + Ende der einen mit dem — Ende des andern. Plus und Minus verschwinden hier, völlige Indifferenz tritt ein, aber das — Ende der ersten wie das + Ende der zweiten Säule nimmt an Stärke zu, und kommt für jede auf das Doppelte; beide Säulen bilden eine, ihre 4 Pole sind reducirt auf zwei von doppelter Stärke, die beiden Nullpuncte auf einen, der an die correspondirende Grenze der beiden verbundenen Säulen tritt. Man sieht leicht ein, dafs die beiden Säulen sich in Beziehung auf einander nur wie Fortsetzungen verhalten, indem ihre Plattenpaare nach demselben Schema auf einander folgen, und dafs eben darum auch ihre Pole nun die doppelte Intensität haben müssen, da die Anzahl der Plattenpaare die doppelte geworden ist. Vier Goldblattelektrometer, welche mit den 4 Polen verbunden wären, machen die beschriebene Veränderung im Augenblicke, da die beiden Säulen mit zwei entgegengesetzten Polen communiciren, sichtbar. Auf gleiche Weise lassen sich drei solcher für sich bestehender Säulen zu Einer verbinden, die statt 6 Pole von einfacher Stärke, zwei von dreifacher und statt dreier Nullpuncte einen in der Mitte der zweiten Säule hat. Man übersieht leicht, wie die Verbindung von vier und überhaupt jeder beliebigen Zahl solcher Säulen ausfallen müsse, immer ist sie das Aequivalent einer einzigen Säule mit einer Anzahl von Plattenpaaren, die gleich ist der Summe aller Plattenpaare der verbundenen Säulen. Eine entgegengesetzte Wirkung auf die Spannung einer Volta'schen Säule hat die Combination derselben mit einer andern an ihren gleichnamigen Polen, oder die Vereinigung zweier Säulen, deren Platten von dem Orte der Verbindung ausgegangen, nach beiden Seiten in gleicher Ordnung auf einander folgen: wenn z. B. die beiden Säulen A und B nach demselben Schema aufgebauet sind, und entweder an ihrer unteren negativen, oder an ihren oberen positiven Polen durch einen Metallstreifen mit einander verbunden werden, aber sonst vollkommen isolirt sind. In diesem Falle wir-

Fig. 124.

beiden Säulen nach der allgemeinen Regel auf einander, beiden mit einander zusammenstofsenden Pole sich je- mit einander ausgleichen, dafs um den *halben Unter-* der Spannung beider Pole die Spannung an dem einen heren Pole wächst, und an dem andern, dem stärkern, und in demselben Verhältnisse auch die Spannung an gegengesetzten Polen beider Säulen, aber im umgekehr- abnimmt und zunimmt, so dafs also der Spannungs- der Pole jeder einzelnen Säule seiner Gröfse nach dert bleibt, wenn gleich auf diese Weise in ganz ver- el. Werthen darstellbar, und der Spannungsunter- der Endpole der ganzen, aus dem Zusammenstofsen ent- Säule gerade eben so grofs ist, als der Spannungs- der Pole einer Säule, welche übrig bleibt, wenn der ganzen Anzahl der Plattenpaare die Anzahl derje- deren Platten, wenn sie in einer Richtung ver- den, im entgegengesetzten Sinne auf einander folgen. Weise lassen sich mit Hülfe einer Ableitung an irgend le, welche auch bei solchen Säulen ganz nach den wickelten Gesetzen wirkt, Säulen darstellen, die an den positiv oder an beiden Enden negativ, oder auch und es gilt hier vorläufig die Regel, dafs, von wel- die Spannungen der Endpole auch seyn mögen, die Rücksicht auf diejenigen Wirkungen, bei welchen nur die Spannung, und so weit diese in Betracht namentlich bei der Ladung von Batterieen, sich ganz halten, insbesondere gleich starke Ladungen von Bat- hervorbringen, wenn der Spannungsunterschied ihrer Pole ist, in welchen besondern el. Werthen dieser Span- terschied auch auftreten möge. Ritter hat sehr viele solcher Volta'scher Säulen graphisch dargestellt[1]. Zur rung mögen hier einige dienen. Es sey eine Säule aus Plattenpaaren in 4 einzelnen besonderen Säulen, jede von Fig. 125. Plattenpaaren, neben einander aufgeführt. Der Spannungs- hied der Pole jeder einzelnen Säule werde 1 genannt. den die Säulen so mit einander vereinigt, wie es die Figur zeigt, und sind sie vollkommen isolirt, so wird, wenn vor Vereinigung jede einzelne Säule an dem obern Ende + 1

[1] C. XIV. 39. Anm.

und an dem unteren Ende — ½ hatte, indem von unten nach oben sämmtliche Säulen so aufgebaut wurden, dafs die Zinkplatten auf den Kupferplatten lagen, nach der Vereinigung der beiden ersten Säulen mit ihren ungleichnamigen Polen die positive Spannung auf + 1, die negative auf — 1, nach der Vereinigung mit der 3ten Säule auf + 1½ und — 1½, und nach der Vereinigung mit der 4ten auf + 2 und — 2 für alle 4 Säulen, die nunmehro ein Ganzes bilden, gestiegen seyn. Berührt man in diesem Falle das positive Ende ableitend und bringt es auf 0 herab, so steigt das negative Ende auf das Maximum nämlich auf — 4, das Doppelte der früheren, umgekehrt bei ableitender Berührung des negativen Pols h, der seinerseits dadurch auf 0 gebracht wird, steigt der positive Pol a von + 2 auf + 4. Fig. 126 vereinige man aber mit den 3 ersten Säulen, die an ihren entgegengesetzten Polen mit einander communiciren und so ein homologes Ganzes bilden, die 4te Säule durch die gleichnamigen negativen Pole, so werden sich die Pole ausgleichen, der schwächere Pol g wird um den halben Unterschied der Spannung beider Pole d. h. um ¼ wachsen und auf — 1 steigen, der ihm correspondirende Pol h wird nun ebensoviel, also von — ¼ auf — 1 sinken, dagegen wird der dem Pole f zugehörige Pol e um ebensoviel steigen, als dieser in der Ausgleichung mit g gesunken ist, also von + 1½ auf 2 gehen und der Spannungsunterschied beider Endpole der ganzen vereinigten Säule wird = 2 seyn, ganz derselbe wie einer Säule von 300 Plattenpaaren, die übrig bleiben, wenn man von der Anzahl 600 aller Plattenpaare diejenigen Plattenpaare, die in Beziehung auf einander nach einer entgegengesetzten Ordnung gebauet sind, also die der Säule 3 und 4 = 300 abzieht. Berührt man nun den Draht t ableitend, so erhält das Ende h + 1 und das Ende a + 3, aber der Spannungsunterschied ist unverändert nur durch + dargetellt. Umgekehrt Fig. 127. verhält sich alles, wenn die Säulen 1 und 2 mit ihren gleichnamigen positiven Polen verbunden wurden, und die Ableitung bei s angebracht ist. In diesem Falle sind beide Pole negativ, ihr Spannungsunterschied ist aber gleichfalls 2.

Versuche mit dem Condensator.

71. Eine andere Methode, die freie el. Spannung an einem ganz offenen, oder wenigstens nur an dem einen Ende ableitend berührten Säule darzustellen, ist durch Hülfe des Condensators

Versuchen zeigt sich die Säule schon auffallend als ein
unerschöpflicher Quell von E., indem man jeden Con-
von jeder beliebigen Capacität unter günstigen Umstän-
weit laden kann, dafs er die el. Intensität der Pole in
Verhältnisse seiner condensirenden Kraft gesteigert darstellt.
bezeichne diese Kraft durch das Verhältnifs n : 1, womit
gesetzt werden soll, dafs die Collectorplatte, wenn die
Platte des Condensators mit dem Erdboden in Verbindung
rend eine E. von beliebiger Spannung, die aus einem
pflichen Quell dieser Platte zugeführt wird, ohne jedoch
ung zu seyn, um durchbrechen zu können, diese Span-
mal verstärkt zeigt, wenn die obere Platte aufgehoben
Um jede eigene galvanische Wirkung der Platten des
sators mit den Platten der Säule zu beseitigen, bediene
hierbei solcher Condensatoren, deren Platten von Zink
sind, so dafs mit der Zinkplatte der Säule jedesmal
platte des Condensators, mit der Kupferplatte die Kup-
desselben in Berührung gebracht wird. Bringt man bei
hirten Säule den einen Pol mit der Collectorplatte des
sators in Verbindung, während die obere Platte desse-
rend berührt wird, so wächst die Spannung des andern
genblicklich, und erreicht in dem Verhältnisse mehr das
Maximum, oder steigt auf das Doppelte, in welchem
Capacität des Condensators selbst gröfser ist; dieser zeigt
aber nur schwach geladen. Bringt man dagegen den einen
der Collectorplatte des Condensators, die auf ein passen-
trometer aufgeschraubt ist, und den andern Pol mit der
Platte desselben in Verbindung, so zeigt sich nach auf-
rer Verbindung und Aufhebung der obern Platte des Con-
s die doppelte Spannung, die der Pol der isolirten Säule
für sich hat, und so viel mal gesteigert, als die con-
rende Kraft des Condensators beträgt, oder wenn wir die
ung des Pols m nennen, so zeigt sich jetzt in der Collec-
te eine Spannung $\pm 2mn$, und eben so in der aufgeho-
Platte des Condensators, an einem correspondirenden Elek-
ter geprüft, die Spannung $\mp 2mn$. Es versteht sich von
, dafs um diese Versuche mit Genauigkeit anstellen zu
nen, keine gröfsere Säulen als von höchstens 12 Plattenpaa-
angewandt werden dürfen, wenn man noch durch Stroh-
lektrometer, die man unter sich und mit einem Goldblatt-

elektrometer vergleichbar machen kann, die Spannungen messe
will, denn schon mit Condensatoren, deren condensirendes Ver
mögen 60 bis 100fach ist, würde man bei Säulen von 20 bis 3
Plattenpaaren in obigem Falle Spannungen erhalten, die w
über die Grenzen des Anschlagens der Strohhälmchen hina
gehen. Für solche kleinere Säulen ist die Spannung m, die w
gen ihrer Kleinheit nicht unmittelbar erkennbar ist, dem Gese
gemäfs, dafs dieselbe in geradem Verhältnisse mit der Zahl d
Plattenpaare stehe, nach der an einer Säule von 100 Platt
paaren unmittelbar bestimmten Spannung in Anschlag gebra
Werden die beiden Pole derselben Säule, deren Spannung m
gleichzeitig mit den Collectorplatten zweier Condensatoren,
ren condensirende Kraft gleichfalls n sey, in Verbindung g
setzt, und berührt man ihre oberen Platten ableitend, so zeig
sich nach Aufhebung dieser Platten nicht die Spannungen 2 m
sondern blofs m n. Es tritt hier also ganz derselbe Fall wie
ein, den wir bei der Prüfung der el. Spannung eines einzel
Plattenpaars durch den Condensator kennen gelernt haben.
beiden Fällen laden die Pole, die sich in dieser Hinsicht als
unerschöpflicher Quell von E. von der bestimmten Spann
benehmen, welche sie selbst haben, die Collectorplatte
Condensators bis zu ihrer vollen Intensität m, in dem ei
Falle aber ist die condensirende Kraft des Condensators, w
die seiner Collectorplatte zugeführte E. m durch ihren gleic
Gegensatz, der aus einem gleichfalls unerschöpflichen Quell e
springt, gebunden wird, noch einmal so grofs, als wenn ei
E. blofs durch den, aus dem 0 der Erde zugeführten, Gegen
satz gebunden wird. Nennten wir also die condensirende K
für diesen 2ten Fall n, so wird sie für den ersten Fall 2 n, u
folglich müssen auch in jenen Versuchen die gleichen Spann
gen m in dem Verhältnisse von n, und 2 n gesteigert erschei
nen, d. h. in dem ersten Falle zeigt der Condensator 2 m n,
dem zweiten nur m n [1]. Wird der eine Pol ableitend berü
so steigt bekanntlich die Spannung des andern Pols auf das Do
pelte = 2 m. Auch in diesem Falle zeigt die Collectorplatte d
Condensators, dessen obere Platte mit dem Erdboden in Ver
bindung gesetzt wird, nach dem Aufheben der letzteren ei
Spannung = 2 m n. Unter diesen Umständen ist zwar die co

1 Vergl. Jacobi's Abh. in G. XI. 400.

ndirende Kraft nur = n, aber die el. Intensität des Pols, die
ne geschwächt zu werden condensirt wird = 2m, also das
oduct gleichfalls 2mn. Durch Hülfe des Condensators läfst
h besonders auffallend das Zunehmen der Spannung der auf
nander folgenden Plattenpaare in einfacher arithmetischer Pro-
ession anschaulich darstellen. Nennen wir den el. Spannungs-
terschied zwischen Zink und Kupfer 1, und also für 0 des
pfers die positive Spannung des Zinks gleichfalls 1, und be-
gt dieselbe an einem Strohhalmelektrometer $\frac{1}{60}$ Grad, soferne
n Condensator, welcher 60mal condensirt, sie von 1° zeigt,
wird sich bei Anwendung eines solchen gehörig regulirten
ohhalmelektrometers, dessen Grade (die aber begreiflich nicht
t den Graden des Kreises, von welchem die Strohhälmchen
e Radien sind, zusammenfallen können) durch ihre Zahlen-
rthe die Gröfsen der el. Intensitäten möglichst genau angeben,
d eines Condensators, welcher 60mal condensirt, bei der Prü-
ng der el. Spannungen der auf einander folgenden Platten, in-
m die unterste Kupferplatte fortdauernd ableitend berührt, und
e Platten nach der Reihe mit der Collectorplatte des Conden-
tors in leitende Verbindung gebracht werden, die el. Span-
ng der 2ten Kupferplatte = + 1°, der 2ten Zinkplatte = + 2°,
r 3ten Kupferplatte = + 2°, der 3ten Zinkplatte = + 3°
s. f. ergeben, woraus folgt, dafs diese Spannungen $\frac{1}{60}$ $\frac{2}{60}$ $\frac{3}{60}$
s. f. sind. Wird der Zinkpol ableitend berührt, so zeigen sich
e negativen Spannungen in gleichem Verhältnisse wachsend.
an kann auch an einer isolirten Säule unmittelbar das Gesetz
r Abnahme der Intensitäten in einfacher arithmetischer Pro-
ession von den beiden Polen aus nach der Mitte zu durch den
ondensator darstellen, indem man von beiden Enden aus die
gleichen Entfernungen von ihnen liegenden respektiven Zink-
d Kupferplatten, die eine mit der Collectorplatte, die andere
t der obern Platte des Condensators in Verbindung bringt.
rch Hülfe eines kräftigen Condensators kann man selbst aus
ulen von geringer Anzahl von Platten hinlänglich starke Zei-
en von E. erhalten, um sie bei hellem Tage in sichtlichen
ken hervorbrechen zu sehen.

Unvollkommen geschlossene Säulen.

72. Der dritte Zustand, in welchem die elektroskopischen
hältnisse der Säule betrachtet werden können, ist derjenige

der *unvollkommenen* oder *vollkommenen* Schliefsung derselb durch einen Leiter. Eine unvollkommene Schliefsung der Sä findet durch unvollkommene Leiter, wohin alle Flüssigkei oder galvanische Leiter der 2ten Classe gehören, eine vollko mene durch Metalle statt, welche die beiden Pole mit einand verbinden. Verbindet man die beiden Pole einer isolirten V ta'schen Säule, die aus einer hinlänglichen Anzahl von Plat paaren (wenigstens hundert) besteht, um die Blättchen eines B net'schen Elektrometers zu einer merklichen Divergenz zu bri gen, durch eine zwischen ihnen ausgespannte, gut befeuch hanfene Schnur, entladet die Säule durch einen Metalldraht, bringt denselben gleichzeitig aufser Berührung mit den be Polen, so werden die Goldblättchen der Elektrometer, we mit den beiden Polen in Berührung sind, und die während d Entladung zusammengefallen waren, in sehr kurzer Zeit wie aus einander gehen, und bald ihre vorige Divergenz annehm so dafs also die Säule durch die hanfene Schnur so gut wie nicht entladen scheint. Berührt man nun den Theil der Schn welcher dem negativen Pole zunächst liegt, so wird die Div genz des mit dem + Pole verbundenen Elektrometers zun men, und ihr mögliches Maximum, d. h. das Doppelte von Spannung, welche der Pol der isolirten Säule hat, zeigen, in dem Falle, wenn man bei dieser den — Pol unmittelbar rührt, zugleich wird das mit dem — Pole verbundene Elek meter seine Divergenz gänzlich verloren haben. Berührt man hingegen den Theil der Schnur, welcher dem + Pol näher so steigt auf gleiche Weise die Spannung am — Pole auf mögliches Maximum, und der + Pol sinkt auf 0. In der Mi der Schnur giebt es einen Punct, den man berühren kann, oh dafs die Spannung weder an dem einen, noch an dem and Pole zu- oder abnimmt. Die Schnur hat also selbst zwei p lare Hälften und einen Indifferenzpunct, was man auch n weiter daran erkennt, dafs, wenn man die beiden Elektrom an der Schnur nach der Mitte hinführt, erstere fortdauernd des mit der seinem Pole angehörigen E., divergiren, jedoch abnehmender Intensität, so wie man sich der Mitte mehr nah wo sie für jedes = 0 wird. Nimmt man die Schnur kürzer o länger, so findet immer das nämliche Phänomen statt, nur v ändern sich die Verhältnisse der polaren Theile unter sich.

Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt auch jede Wasserse

welche die Verbindung zwischen den Polen gemacht wird, dieser Hinsicht haben besonders Erman's Versuche ei- die Theorie der Säule interessante Resultate geliefert [1].

Glasröhre, welche zum Gasapparate bestimmt war, wur- Fig. 128.
der Lampe drei Röhrchen als Tubulaturen angeblasen, eine E. gerade in der Mitte, die beiden andern C und D em Abstande von den Enden der Röhre sich befanden. re wurde mit Brunnenwasser angefüllt, und zwei Pla- so hineingesteckt, dafs die Spitzen derselben 6 Z. von entfernt standen. Diese Drähte wurden mit den Polen ner wirksamen Batterie von 200 Plattenpaaren verbunden, leich an jedem Drahte ein hinlänglich empfindliches Elektrometer angebracht. Die Gaserzeugung war wenig nd die Elektrometer zeigten beinahe dieselbe Diver- wenn sie mit den völlig isolirten Polen in Verbindung Bei der Berührung des Wassers mit dem Drahte im C, welcher dem positiven Pole A zunächst war (im steht, ohne Zweifel durch einen Druckfehler, mit ei- isolirten Drahte) vermehrte sich augenblicklich die des Elektrometers an B, beinahe eben so stark, als den Pol A selbst berührt. Eine Berührung des Was- Tubulus D, welcher an den negativen Pol B angrenzte, em Elektrometer in B alle Divergenz, und erhöhte in Verhältnisse die Divergenz an A. Berührte man aber im mittelsten Tubulus E, welcher von den beiden chten gleich weit abstand, so war an keinem der bei- trometer eine Spur von vermehrter oder verminderter zu bemerken. Diese polare Vertheilung der E. in sersäule, vermöge welcher die eine Hälfte +, die an- ist, zeigt sich auch noch als dieselbe, wenn man nach in die Wassersäule Drähte hineinbringt, welche Fig. 129.
recht gebogen mit dem einen Schenkel aus den Tubula- hervorragen. Jeder dieser Drähte zeigt chemische Polari- die beiden chemischen Pole, und zwar an dem Ende, dem Polardrahte gerade gegenüber steht, den entgegen n chemisch-el. Pol, an dem abgewandten den gleichna- und in der Mitte eine indifferente Zone, so dafs sich Drahte A aus, welcher mit dem + Pole in Verbindung

[1] S. VIII. 207 ff. u. X, 3.

steht, die chemischen Pole so auf einander folgen: Oxyd
des Drahtes A; Gaspol — indifferente Zone — Oxydpol; G
pol — indifferente Zone — Oxydpol; Gaspol des Drahtes
welcher mit dem —Pole in Verbindung steht. Das aus d
Apparate hervorragende Ende jedes Metalldrahts wurde am El
trometer geprüft, und es fand sich, dafs C, als dem positiv
Polardrahte der Batterie näher, auch positive Divergenz
und D, als dem negativen Polardrahte zu liegend, das Elek
meter negativ afficirte. Hier erfolgte also die Entwicklung
Wasserstoffgases an dem Theile eines Drahtes, welcher
freie + E zeigte, und das Ende eines Drahtes, welches
— el. war, verhielt sich wie ein + el. Polardraht. Man
aus diesen und vielen andern ähnlichen Versuchen, welche
MAN in seiner Abhandlung beschreibt, dafs man die el.-ch
sche Polarisirung der Drähte wohl zu unterscheiden hat von
mit freier Spannung begabten E., welche noch nebenher
ihnen auftreten kann, oder die in Strömung begriffene E.
der elektroskopischen, welche als solche sich in Ruhe befi

Je geringer die Leitungsfähigkeit des flüssigen Leiters
welcher die beiden Pole der Säule mit einander verbindet,
so mehr kommt die freie el. Spannung derjenigen nahe, we
sie im vollkommen isolirten und ganz offenen Zustande der
zeigen, je gröfser diese Leitungsfähigkeit ist, um so mehr
diese Divergenz. Alle Umstände, von welchen das Q
der Leitung in dem flüssigen Leiter abhängt, werden also
ihren Einfluss ausüben. Da die Leitungsfähigkeit des Wa
wie eines jeden flüssigen Leiters, im umgekehrten Verhältn
der Ausdehnung der Länge nach, und im geraden Verhält
des Durchmessers der Säule der Flüssigkeit steht, die sich z
schen den Puncten befindet, von deren einem die E. zum
dern geleitet werden soll, so begreift man, dafs die Nähe
Entfernung der Polardrähte in derselben Gasentbindungs
den gröfsten Einfluss auf die freie Spannung der Pole aus
mufs. In einer Röhre von ¼ bis ½ Z. Durchmesser ist eine E
fernung der Drähte von 12 Z. schon hinreichend, die ganze
tensität der Pole herzustellen, die aber allmälig abnimmt,
wie sie einander genähert werden, und auf 0 herabsinkt, w
sie eine oder ein Paar Linien von einander abstehen. Ist da
die Glasröhre einige Zolle weit, so ist selbst bei einer Ent
nung von 12 Z. und darüber, keine Divergenz der mit den P

n verbundenen Goldblättchen mehr zu bemerken. Dafs bei leicher Länge und gleichem Durchschnitte der flüssigen Säule e verschiedene Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit von einem len so grofsen Einflusse seyn müsse, versteht sich von selbst. isolirt auch die dünnste Schicht von *Oel* die Verbindung der iden Pole vollkommen, und bei der gröfstmöglichen Annäerung der im Oel angebrachten Polardrähte, ohne dafs es zur irklichen Berührung kommt, erhält sich wenigstens bei Säuen von 100 bis 200 Plattenpaaren die el. Intensität der Pole unschwächt. *Alkohol* verhält sich in diesen Versuchen als ein wa 6mal so schlechter Leiter wie destillirtes Wasser. Merkürdig ist die so auffallende Vermehrung des Leitungsvermöens des Wassers durch einen sehr kleinen Zusatz eines Salzes, B. von Kochsalz. So sah Erman [1] in einem Falle, wo beim bstande von 8 Z. der Polardrähte von Platin bei einer Säule n 200 Plattenpaaren im reinsten destillirten Wasser die Elektroeter die ungeschwächte Intensität der Pole zeigten, diese auublicklich auf 0 herabsinken, und den Gasstrom der Platinahte wenigstens auf das 6fache verstärkt, als er nur 6—8 ropfen einer schwachen Auflösung von Kochsalz zu der Unze asser, die sich in der Gasröhre befand, hinzutröpfelte. Wenn er auch in solchen Fällen, wo gut leitende Flüssigkeiten in ier geringen Ausdehnung in der Gasentbindungsröhre angeindt werden, die freie el. Spannung, so weit sie durch die mpfindlichsten Elektrometer noch erkennbar ist, gänzlich aufhoben wird, so ist darum die Säule an ihren Polen doch nie nzlich auf 0 gesunken, wenn die E. der Flüssigkeit durch ese Drähte zugeführt wird, denn man wird jedesmal durch n Condensator nach dem oben angegebenen Verfahren, indem an die Collectorplatte mit dem einen Polardrahte und die obere atte des Condensators mit dem andern Polardrahte in Berührung ngt, noch einen sehr merklichen Rückstand von freier E. an Polen wahrnehmen, welcher nach Verschiedenheit des Leivermögens der Flüssigkeiten sehr verschieden ausfällt, und zum Mafsstabe dieses Leitungsvermögens dienen kann.

Verbindet man nach Jäger [2] jeden Pol einer Säule leitend dem Erdboden, so ladet jeder (immer in einem besondern ache) den an ihm angebrachten Condensator, während die

[1] G. X. 3.
[2] G. XIII. 407.

obere Platte desselben mit dem Erdboden in Verbindung ste
mit seiner eigenthümlichen E., ihre Intensität ist aber nur d
halben Maximum gleich, mit welchem derselbe Condensa
unter den dazu erforderlichen Bedingungen (Nr. 71.) an die
Säule geladen werden kann. Sind jedoch die Leiter, dur
welche die Pole mit der Erde verbunden werden, von v
schiedener Güte, z. B. der eine trockenes Holz, der andere n
ses Papier, so nähert sich die E. des schlechter abgeleiteten P
mehr dem Maximum, die des besser abgeleiteten aber tritt un
die Hälfte des Maximums zurück. Erstere Behauptung ist i
dafs in ihrer ganzen Strenge nicht richtig, einmal in der Hi
sicht nicht, dafs, wie partiell auch die Schliefsung, wie n
vollkommen auch die Ableitung der Pole von beiden Seiten a
(die ja selbst nichts als eine solche partielle Schliefsung ist) sey
mag, vorausgesetzt, dafs sie von beiden Seiten nur gleichmäs
sey, die freie Spannung der Pole jedenfalls etwas abnimmt, u
also auch die Ladung des Condensators nicht dieselbe Stu
erlangen kann, als wenn die Säule isolirt ist, und die an be
den Seiten zugleich angebrachten Condensatoren nunmehr d
halbe Maximum zeigen, indem der Condensator in beiden Fä
len nichts anders leistet, als *die jedesmal vorhandene Sp*
nung im Verhältnisse seiner condensirenden Kraft verd
zu zeigen; aufserdem aber ist sie auch in der Hinsicht nich
nau, in wiefern der Grad der Ableitung der Pole hierbei se
Einfluss äufsert, welcher selbst sehr mannigfaltig seyn kan
Ritter bemerkt richtig [1], dafs alle partielle Schliefsungen d
Säule bis hinauf zur totalen, nichts als mehr oder weniger w
gehende Ableitungen derselben zu beiden Seiten sind. Ist a
Boden eines Zimmers beständig der gleiche, und so trocken
er es in einem reinlich gehaltenen Zimmer zu seyn pflegt.
fand er, dafs Menschen eine weit kräftigere Ableitung an d
Polen der Säule als Eisendrähte bewirken und somit schon
eine bemerklich werdende Schwächung der Spannung bei
Säule selbst hervorbrachten. Dasselbe geschah, wenn da
jeder Eisendraht den Boden berührte, Wasser einen nassen P
machte, ohne dafs diese Nässe am Boden beide Drähte
einander wirklich verband; stärker wird die Schwächung
Pole, wenn die ganze Stelle des Bodens zwischen den be

1 G. XIII. 69. Anm.

...n nafs gemacht wird, eben so macht es einen Unterschied, ...nur mit einem oder mehreren Fingern die Pole ableitend ...rt, und ob dieses durch eine oder durch mehrere Personen ...cht. Die von allen diesen Umständen abhängigen Ver...eiheiten der Schwächung der Pole müssen sich jedesmal ...den Ladungen des Condensators kund thun, die jedoch ...em einzigen Falle das halbe Maximum, womit die voll... isolirte und an beiden Polen zugleich geprüfte Säule ...densator ladet, erreichen kann.

Vollkommen geschlossene Säule.

Werden die beiden Pole der Säule durch einen Me... mit einander verbunden, so ist die Säule im Zustande ...kommenen Schliefsung und zeigt weiter keine Spur von ...mit Spannung begabter E. nach aufsen, und auch durch ...en Condensatoren läfst sich durch das in Nr. 71 angege... Verfahren keine Spur von Ladung erhalten. In einem sol... kommen geschlossenen Zustande wird auch eine Säule ...nden, die statt in gerader verticaler oder horizontaler ...schichtet zu seyn, gleichsam einen Kreis bildet, in wel... die beiden Endplatten, die in jener die Pole bilden, un... an einander grenzen. Wird irgend eine Metallplatte ...chen, zum Kreise in sich selbst geschlossenen, Säule ...mit der Erde verbunden, so äufsern nach JÄGER [1] alle ...Platten dieselbe E., die den Condensator laden kann, ...all an allen Platten nur eine und eben dieselbe Inten... und diese Intensität wächst auch nicht mit der Anzahl ...en, aus denen die Säule besteht, sondern ist in allen ...nur so grofs, als sie der prüfende Condensator von einem ...en Paare Metallplatten, welche leitend mit der Erde ver... sind, auch erhalten kann [2]. Wird der prüfende Condensa... selbst eines isolirten feuchten Leiters an die zu untersuchende ...gebracht, so erhält er an den Zinkplatten +, an den Kupfer... her — E. Wird er hingegen durch einen isolirten Metall... an die Platten applicirt, so erhält er, wenn er von Kupfer ...erall nur —, und wenn er von Zink ist, überall nu + E. ...e Bestimmung ist indefs nur unter der näheren Bedin-

[1] G. XIII. 414.
[2] Vgl. N. 6 u. 7.

gung gültig, dafs die Collectorplatte von *gleichem* Metalle m dem verbindenden Drahte sey, denn ist sie von dem entgegen gesetzten Metalle (Zink und Kupfer in diesem Sinne hier genom men), so findet gar keine Ladung statt; von den mit der Co lectorplatte gleichnamigen Metallplatten und von den entgegen gesetzten und also mit dem verbindenden Drahte gleichnamigen dagegen ist sie dieselbe, die auch der Condensator sonst erhal ten hätte, wenn jene Metallplatte in der Hand gehalten, den selben berühren würde.

Wird die Schliefsung der Säule wieder aufgehoben, so s scheint ihre ursprüngliche el. Spannung erst nach und nach wie der, und diese Wiedererneuerung ist um so langsamer, je lä ger die vorher gegangene totale Schliefsung gedauert hat. Dies Einfluſs der Dauer der totalen Schliefsung auf die Verlangsamu der Spannung wird um so merklicher, je länger die Säule selb schon gestanden hat [1].

74. Die elektroskopischen Aeufserungen einer solchen Zink Kupfersäule sind dieselben, von welcher Form und von wel chen Dimensionen nach jeglicher Richtung auch die Metall seyn mögen, wenn nur der feuchte Zwischenleiter seiner Be schaffenheit nach derselbe bleibt. Eine Säule, deren Platte nicht mehr als eine Linie im Durchmesser haben, ladet bei der selben Anzahl von Schichtungen den Condensator eben so stark als eine Säule, deren Platten einen Durchmesser von mehren Zollen, ja Schuhen, haben; nur wird in letzterem Falle der Condensator, besonders wenn er eine grofse Capacität hat, merk lich schneller geladen, wenn der feuchte Zwischenleiter eine gleich grofse Oberfläche hat. Auch theilen die Säulen von g der Gröfse der Oberfläche ihrer Platten, bei sonst gleicher Be schaffenheit derselben und des feuchten Zwischenleiters, einem Elektrometer die ganz gleiche Spannung von jedem ihrer Pole aus mit, wenn der entgegengesetzte ableitend berührt wird. Bei demselben feuchten Zwischenleiter äufsert die Verschiedenheit in allen den Umständen, welche das Quantum der el. Leitung durch denselben bestimmen, also in der Gröfse der Berührungs fläche mit den Metallen, in der Dicke der Schicht, die er bil det u. s. w. nicht den geringsten Einfluſs auf die elektroskopi schen Wirkungen. Selbst die verschiedene Qualität des feuch

1 Vergl. Ritter in G. VIII. 458. 460.

Zwischenleiters afficirt innerhalb gewisser Grenzen diese Erregungen nicht, wenn nämlich die feuchten Zwischenleiter an sich mit den Metallen eine, verglichen mit derjenigen der Metalle unter sich, nur sehr schwache und sich merkwürdig gleiche el. Erregung eingehen. Das reinste destillirte Wasser und die Auflösungen der verschiedenen Neutralsalze von den verschiedensten Grade der Concentration verhalten sich in dieser Hinsicht auf eine merklich gleiche Weise. Nur Flüssigkeiten von einer bedeutenden elektromotorischen Kraft äufsern bei elektroskopischen Aufserungen einer solchen Säule einen merklichen Einfluss, und können nach Umständen selbst die Enden der Pole umkehren (s. u.). Endlich ist noch zu bemerken, dass eine solche Zink-Kupfersäule, die mit gehörig angefeuchteten Pap- oder Tuchscheiben geschichtet worden ist, ihre elektroskopischen Erscheinungen mehrere Tage hindurch so gut als gar nicht geschwächt zeigt, und auch dann noch im Stande ist, den Condensator auf das Maximum zu laden, wenn sie bereits aufgehört hat, auf eine merkliche Weise chemische, physiologische und magnetische Erscheinungen hervorzubringen [1].

Auf dieselbe Weise, wie aus Zink und Kupfer, können Säulen aus jedem andern beliebigen Paare von trockenen Erregern, durch einen feuchten Leiter unterbrochen, erbaut werden, und alle Bestimmungen in Ansehung ihrer elektroskopischen Aufserungen gelten auch auf gleiche Weise von ihnen, so dass im Allgemeinen nach der Regel, dafs von den beiden Erregern der in der Spannungsreihe dem positiven Ende näher steht, die Rolle des Zinks, der negative die Rolle des Kupfers dabei übernimmt, und die elektrische Polarität bei derselben Anzahl von Schichtungen in demselben Verhältnisse schwächer wird, in welchem ihr el. Spannungsunterschied unter einander geringer ist, als der zwischen Zink und Kupfer. Ist jedoch die Erregung zwischen den beiden trockenen Erregern nur gering, oder stehen sie einander in der Spannungsreihe sehr nahe, und wendet man einen feuchten Leiter an, der mit einem der beiden Erreger eine starke el. Spannung giebt, die in einem dem entgegengesetzten Sinne von derjenigen der trockenen Erreger ist, so fällt wohl auch die Vertheilung der Elektricitäten in der Säule auf eine entgegengesetzte Weise aus, so dafs nämlich

[1] Vergl. *Säule, trockene.*

die negative Polarität auf die Seite des positiven Erregers, die positive dagegen auf die Seite des negativen fällt. So zeigt eine Eisen – Kupfersäule mit einem feuchten Zwischenleiter aus Wasser oder einer Auflösung der meisten Neutralsalze, wie Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Glaubersalz u dgl. die negative E. nach der gewöhnlichen Regel auf Seiten des Kupfers, die positive auf Seiten des Eisens. Wendet man aber Papp- oder Tuchscheiben, die mit einer gesättigten Pottaschenlauge getränkt sind, als Zwischenleiter an, so findet die entgegengesetzte Vertheilung der Pole statt. Dieselbe Wirkung äufsert in einer solchen Kupfer-Eisensäule noch viel auffallender liquide Schwefelleber nach Davy's Versuchen [1]. Vermöge eines Multiplicators läfst sich übrigens am sichersten die jedesmalige Vertheilung der Pole einer Säule, die aus beliebigen zwei trockenen Erregern, mit irgend einem feuchten Leiter aufgebaut ist, bestimmen, wenn man erst die Art der Abweichung der Magnetnadel ausgemittelt hat, welche statt findet, wenn die beiden Enden des Multiplicators mit einer Zink- und Kupferplatte verbunden sind, zwischen welchen sich eine mit Kochsalzlauge getränkte Pappscheibe befindet; und man diesen Platten die beiden trockenen Erreger substituirt, zwischen denen der mit ihnen zu combinirende feuchte Leiter interpolirt ist, so wird in einer aus diesen beiden trockenen Erregern und dem feuchten Leiter auf gleiche Weise, wie oben aus Zink und Kupfer zu erbauenden Säule derjenige Erreger sich wie Zink verhalten, oder den positiven Pol auf seiner Seite haben, der an der Stelle des Zinks in dem Versuche mit dem Multiplicator dieselbe Abweichung gab, wie das Zink. Bei entgegengesetzter Abweichung der Magnetnadel verhält sich der an der Stelle des Zinks befindlich gewesene trockene Erreger vielmehr wie Kupfer, und auf seine Seite fällt die negative Polarität.

Es sind die meisten Metalle mit einander zu Säulen combinirt worden, namentlich hat Haldane Volta'sche Säulen aus *Zink*, verbunden mit *Gold*, *Silber*, *Eisen*, *Kupfer*, *Blei*, *Zinn*, *Quecksilber*; ferner aus *Eisen*, verbunden mit *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *Blei*, *Zinn*, *Quecksilber*; aus *Blei*, verbunden mit *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *Zinn*, *Quecksilber*; aus *Zinn* verbunden mit *Gold*, *Silber*, *Quecksilber*; aus *Kupfer*, ver-

1 G. XIII. 429.

bunden mit *Gold*, *Silber* und *Quecksilber*; endlich aus *Silber* *Gold* erbaut [1]. Bei keiner derselben stellte zwar HALDANE directe elektroskopische Untersuchungen an, aber nach der Art der Vertheilung der chemischen Pole zu schliefsen, die sich tets nach den elektrischen richten, bestätigte sich durch diese Versuche jene oben aufgestellte allgemeine Regel vollkommen. Nur das Blei und Zinn schienen mit dem Eisen eine Ausnahme zu machen, indem der positive Pol auf Seiten des Eisens zu liegen schien, da sich an keinem der Drähte der Gasentbindungsröhre Gasblasen und nur an dem Drahte der Eisenseite einige Wölkchen im Wasser zeigten. DAVY [2] setzte unter der Form eines Becherapparats eine wirksame Säule aus Zink und Holzkohle zusammen, aus welcher auch später gewöhnliche Säulen errichtet worden sind. Ebenso lassen sich sehr kräftige Säulen aus Zink mit Reissblei und Graubraunsteinerz zusammensetzen [3].

76. Die zweite Hauptclasse von Säulen ist diejenige aus einem Erreger der ersten und zweien der zweiten Classe. Alle el. Erscheinungen zeigen sich auch hier auf dieselbe Weise und nach demselben Gesetze, wie bei den Säulen der ersten Classe, und die Art der Vertheilung der Pole läfst sich am sichersten und einfachsten durch das Verhalten der einfachen Kette aus solchen drei Körpern, deren Vielfaches die Säule ist, in elektromotorischer und chemischer Hinsicht bestimmen. Hat man nämlich auf die oben beschriebene Weise durch Hülfe des Multiplicators, mit dessen Enden auf jeder Seite der trockene Erreger in Form einer Platte verbunden ist, zwischen welchen beiden Platten sich die beiden feuchten Erreger h und h' gleichfalls in Form von Scheiben aus Pappe oder Tuch, die damit getränkt sind, befinden, bestimmt, in welcher Richtung der positive (oder im Sinne der Franklin'schen Theorie der einseitige) el. Strom geht, und nennt denjenigen feuchten Leiter den negativen, von welchem aus dieser Strom nach dem andern geht, letzteren dagegen, der ihn empfängt, und ihn seinerseits selbst wieder an das Metall abgiebt, den positiven, so wird, wenn man die Säule so bauet, dafs auf die Metallplatte die bei-

1 G. VII.

2 Ebend. VIII. 310. 311.

3 S. *Säule, Volta'sche.*

den feuchten Leiter geschichtet sind, der positive Pol dahin liegen, wohin der so bezeichnete positive feuchte Leiter gerichtet ist, der negative hingegen nach der Seite des negativen feuchten Leiters hinfallen. In diesem Falle legt man als das Element der Säule Mhh (Mh'h) zum Grunde; sieht man aber als das Element der Säule hMh' (h'Mh) an, so mufs die Bestimmung der Pole gerade auf die entgegengesetzte Weise geschehen. Geht man in dieser letzten Bestimmungsart von den beiden Metallflächen aus, wovon jede mit einem der feuchten Leiter in Berührung ist, so wird der positive Pol nach demjenigen Ende liegen, nach welchem die in der einfachen Kette allein oder meisten oxydirte Metallfläche hingerichtet ist, und der negative derjenigen Fläche gegenüber stehen, welche gar nicht oder wenigsten oxydirt wird. Doch bleibt letztere Bestimmung unsicher, weil sich die oxydirenden Kräfte verschiedener Flüssigkeiten nicht immer vergleichungsweise genau bestimmen lassen, und in einigen Fällen eine andere Art von chemischer Einwirkung (die chemische Thätigkeit des Schwefels, Chlors u.s.w.) den Werth der Oxydation hat.

Vorzüglich wirksam zur Bildung solcher Säulen ist Schwefelleber mit verschiedenen Metallen, namentlich mit Silber, Kupfer, Blei, die andere Flüssigkeit mag nun blofses Wasser, irgend eine salzige Lösung in diesem, oder eine verdünnte Säure seyn [1]. Man kann zu diesem Behuf Tuchscheiben mit diesen Flüssigkeiten tränken, und wenn man eine Schwefelleberauflösung und eine verdünnte Säure nimmt, die mit mehreren Metallen besonders wirksame Säulen geben, so mufs man die mit diesen getränkten Tuchscheiben durch eine mit einer Salzauflösung, z. B. von schwefelsaurem Kali, getränkte Scheibe trennen, um die unmittelbare Wirkung zweier Flüssigkeiten auf einander zu hindern, wodurch die Wirkung solcher Säulen sonst schnell vernichtet würde. Bei solchen Säulen liegt der positive Pol stets auf derjenigen Seite, nach welcher die mit der Schwefelleber in Berührung befindliche Metallfläche hingekehrt ist, also die mit der aufserhalb der Kette mehr oder eigentlich ausschliefsend oxydirenden Flüssigkeit, z. B. mit der verdünnten Salpetersäure in Berührung befindliche Metallfläche, wird in der durch Schliefsung zur fortdauernden Wirksamkeit gebrachten Säule

1 Davy in G. XI. 392.

wird, da sie dem negativen Pole zugekehrt ist, son-
lebt vielmehr Hydrogengas. Die elektroskopischen Ver-
solcher Säulen habe ich nach dem oben angegebenen
(Nr. 71) durch den Condensator bestimmt [1]. In An-
der el. Intensität der Pole folgten die trockenen Erreger
nahezu in der Ordnung der Spannungsreihe und zwar
dieselben eine um so stärkere Wirkung gaben, je näher
negativen Ende derselben zu liegen, doch übertrifft
in dieser Combination alle übrigen Metalle. Bei meh-
chen Säulen aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten,
ch aus Kalkmilch und Wasser, aus Schwefelleber und
zeigte sich der negative Pol bedeutend stärker als der
nach kehren sich bisweilen die Pole solcher Säulen in
auffallenden chemischen Veränderung, welche das Me-
et, um.

Auch Säulen aus blofsen Erregern der zweiten Classe
einige Physiker darzustellen gesucht, deren Ausführbar-
nach dem Vorhandenseyn von wirksamen einfachen
aus blofsen feuchten Erregern allerdings erwarten konnte.
el. Organe der el. Fische als solche natürliche Säulen be-
werden können, darüber ist unter dem betreffenden Ar-
reits gehandelt worden. Der Versuch Configliachi's [2]
aus den getrennten Organen einiger Zitterrochen Säulen
, die mehrere Minuten sehr wirksam waren (ohne
durch Ertheilung von Schlägen) wenn er sie einige Zeit
ung einer gewöhnlichen Säule aus Zink- und Kupfer-
ausgesetzt hatte; würde dieselbe mehr in die Kategorie
viergliedrigen Ritter'schen Ladungssäulen, als der eigentli-
Säulen bringen. La Grave [3] will durch abwechselnde
von Fleisch (aus den Lenden und Intercostal-Muskeln
menschlichen Leichnams), dünne Scheiben der Gehirn-
desselben Leichnams, und Holzscheiben, die mit Salz-
genäfst waren, deren Aufbauung er durch Fäden an Glas-
geknüpft, welche als Unterlagen dienten, zu Stande
, ohne dafs die Hirnmasse durch die Last der obern Schich-
herausgepreßt wurde, eine Säule errichtet haben, die

[1] Gehlen's J. V. 101.
[2] Ebend. IV. 657.
[3] G. XV. 230.

bei der 50sten Schichtung anfing die Geschmacksorgane zu afficiren und bei der 60sten Schichtung unverkennbare Wirksamkeit zeigte. Von der Vertheilung der Pole ist indefs nicht näheres angegeben. Buntzen glaubt eine solche galvanische Batterie aus blofsen präparirten Froschschenkeln zu Stande gebracht zu haben. Um die Berührungsfläche zwischen der eigentlichen Nervensubstanz und den Muskeln zu vergröfsern, und das Hindernifs, das das Nevrilema in der Fortleitung der el. Strömung machen soll, soviel möglich zu beseitigen, wurden die Nerven in so schiefer Richtung, wie möglich überschnitten. Zwölf präparirte Froschextremitäten wurden durch fungus Agaricus den man vorher in Salmiakauflösung getaucht hatte, in folgender Ordnung: Nerve, Muskel, Schwamm, Nerve, Muskel u. s. w. mit einander vereinigt, so dafs das eine Ende mit dem Nerven anfing, das andere mit dem Muskel endigte. Wurden nun die beiden Enden entweder durch einen silbernen Faden oder durch das Fleisch einer jungen Katze mit einander in Verbindung gebracht, so entstanden Contractionen in allen jenen Schenkeln ausgenommen in zweien, und zwar sowohl bei der Schliefsung als Oeffnung der Kette. Dr. Boromio zu Mailand wollte mit 60 Scheiben von Nufsbaumholz, zwei Zoll im Durchmesser, die mit einem ausstehenden Rande von etwa 15 Lin. Höhe versehen und eine geraume Zeit in Essig gelegt waren, eben so viele etwas kleineren Scheiben von rothen Rüben und ähnlichen von Rettig, wobei noch in die Höhle der Nufsbaumscheiben eine Auflösung von Weinstein in Essig gegossen wurde, und an der unterster Scheibe ein Blatt von Löffelkraut, und an der oberste ein Streifen von doppeltem in Weinessig getränkten Löschpapier angebracht war, eine Säule errichtet haben, durch welche ein Froschpräparat das durch sein Rückenmark mit dem Löffelkraut und durch seine Muskeln mit dem Löschpapier in Berührung stand, Zusammenziehungen zeigte, aber die galvanische Societät in Paris konnte so wenig diesen Erfolg als eine Spur von durch Marechaux's Elektro-Mikrometer erhalten [1].

78. Die zweigliedrigen Säulen sind zuerst von Zamboni erfunden worden [2]. Er setzte erst eine Säule von 20 kleinen Vierecken von blofsem Silberpapier zusammen, so dafs die

1 G. XXII. 315.

2 Ebend. LX. 163.

n Flächen alle nach unten gekehrt waren und brachte das
de der Säule, wohin die unbelegte Fläche des Papiers
war, mit der Collectorplatte eines guten Condensators
ung, während das untere Ende mit dem Fufsboden
n war. Es zeigte sich nach etwa einer halben Minute
ometer eine Spannung von ungefähr 0,75 Z. und zwar
Art. Dabei sah Zamboni die Spannung zunehmen, je
Paare hinzufügte. Er fand jedoch die el. Verhältnisse
hen zweigliedrigen Säule sehr veränderlich. Eine sol-
, die am Morgen sehr kräftig wirkte, war am Abend
m; 50 Platten von einer Sorte Silberpapier gaben an
ge nicht den Grad von Spannung, den in demselben
he 10 Platten einer andern Sorte Silberpapier erzeug-
te oder trockene Luft schienen die eine Säule zu bele-
andere zu ertödten. Ja er sah sogar die Polarität sich
, indem der negative Pol an der Metallseite sich zeigte,
zu derselben Zeit von verschiedenem Silberpapier ge-
den ihre Pole in entgegengesetzter Lage hatten. Um
igkeit, welche ihren Einfluſs hierbei entschieden äu-
einem festen Puncte zu erhalten, bestrich er das Sil-
auf seiner Papierseite mit Honig, bis es ganz damit
gen war. Nun theilte zwar die Säule dem Condensa-
E. schneller mit, aber ihre Spannung war viel geringer,
bedurfte einer 4 bis 5 mal gröfseren Anzahl von Papier-
, um dieselbe Spannung wie zuvor zu entwickeln.
gte sich die Honigfläche positiv und die Metallfläche
ohne daſs diese Polarität sich je umkehrte. Den Tag
nd er die el. Spannung dieser Säule nahe daran gänz-
löschen. Er leitete dieses von dem Durchdrungenwer-
der Poren des Metallblättchens durch die Feuchtigkeit
also diese von oben und unten gleichmäſsig mit der
che in Berührung kam, und auf diese mit gleich starken
gegengesetzten Kräften wirkte, die sich also aufheben
. Da das Lüften der Metallblättchen ihre Wirksamkeit
herstellte, wovon er die Wirkungsweise darin suchte,
die Anzahl der Berührugspuncte der einen Metallfläche
m feuchten Körper verminderte, und mit der Ungleich-
er Berührungsfläche die Spannung wieder herstellte, so
er dadurch auf das eigentliche Schema dieser zweigliedri-
Kette geleitet, das in der geometrischen Verschiedenheit der

Berührungsflächen eines und desselben Erregers der ersten Classe mit einer und derselben Flüssigkeit besteht. Aus seinen Versuchen zog nämlich Zamboni den allgemeinen Schluſs, daſs von der Seite, wo die Metallfläche in mehreren Puncten mit der Flüssigkeit in Berührung kommt, die el. Strömung das Uebergewicht habe. In der oben erwähnten Säule soll sich die Feuchtigkeit des Honigs, nachdem sie das Papier durchdrungen hat, an die innere Fläche des Metallblättchens anhängen, dieselbe in einer gröſseren Anzahl von Puncten berühren und so als Elektromotor wirken, indem sie die E. aus dem Metalle an sich zieht, d. h. positiv mit demselben wird, indeſs die Feuchtigkeit der äuſsern Oberfläche des unbelegten Papiers die Metallfläche des über ihm liegenden Papiers in einer geringeren Anzahl von Puncten berührt, folglich aus wenigeren Puncten die E. anziehen kann, und den Ueberschuſs der ersteren bloſs fortleitet. In den Säulen dagegen, welche bloſs aus einfachem Silberpapier zusammengesetzt sind, kann die Feuchtigkeit in der Rückseite des Papiers, sey es durch hygrometrische Einwirkung der Luft, oder durch eine eigenthümliche Beschaffenheit des Papiers, gröſser sey, als diejenige, welche sich an die innere Fläche des Metallblättchens angehängt hat, und dann muſs sich der el. Strom in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung bewegen. Diese Erklärung findet Zamboni auch dadurch bestätigt, daſs eine Säule aus Silberpapier, dessen Rückseiten er auf einander geleimt hatte, selbst nachdem sie trocken geworden war, nicht die allergeringste Spur von E. gab. Die volle Bestätigung gewährte endlich die Ausführung einer solchen Säule aus reinem Metall und Wasser. Es wurden zu dem Ende aus Stanniol, der auf beiden Seiten auf das glätteste polirt war, Vierecke von ¼ Z. Seite, die jedes in einen höchst feinen 2 bis 3 Z. langen Schwanz ausliefen, geschnitten, 30 Uhrgläser in einen Kreis gestellt und alle bis zu einer gewissen Höhe mit destillirtem Wasser gefüllt; darauf wurde in das erste Uhrglas einer dieser Stanniolstreifen so hineingelegt, daſs das Viereck sich ganz darin befand, der Schwanz aber über den Rand dieses und des nachfolgenden Glases herüberging, und mit seiner Spitze das Wasser des zweiten Glases berührte, in diesem lag auf dieselbe Weise das zweite viereckige Blättchen, dessen Schwanz eben so in das dritte Glas hinüberreichte, und so ging es auf dieselbe Weise fort bis zum 30sten Glase. Es wurde dann ein zweiter Appa-

ähnliche Weise aus 30 Gläsern mit Stanniolblättchen
stillirtem Wasser zusammengesetzt, nur mit dem einzigen
iede, daſs die Stanniolblättchen längliche Vierecke bil-
und jedes mit seinen beiden äuſsersten Seiten gleich tief
Wasser der beiden Gläser eintauchte, so daſs in jedem
Wasser auf beiden Seiten mit zwei gleichen und ähnli-
Metallflächen in Berührung stand. Als beim ersten Appa-
Collectorplatte des Condensators ½ Minute lang mit dem
des ersten Glases in Berührung erhalten worden war,
das Wasser des letzten Glases mit dem Erdboden in
ung gestanden hatte, zeigte sich am Elektrometer eine
Spannung, bei ableitender Berührung des ersten Glases
ng des letzten eine negative. An dem zweiten Appa-
auch nicht die geringste Spur von el. Spannung zu be-
ganz so wie Zinn verhielt sich auch Zink. Zamboni
, daſs die el. Spannung nicht sogleich nachdem der Ap-
sammengesetzt ist, zum Vorschein kommt, sondern erst
gen Minuten, und so stufenweise wächst, bis sie end-
ihrem Maximum gelangt. Um dem daher genommenen
zu begegnen, daſs die el. Ladung dieser Säule nicht
verschieden starken Wirkung der ungleichen Oberflä-
und desselben Metalls, sondern von der Bildung ei-
abhänge, wozu einige Zeit erst erforderlich sey, wel-
nämlich mit dem noch metallischen Zinke wie ein —
einem + Metalle wirke, erinnert Zamboni, daſs bei der
ng von Zinn sich auch nach einigen Tagen nicht die
Spur von Oxyd bemerken lieſs, und die el. Spannung
dieselbe blieb, während sie sich beim Zinke in dem-
de verminderte, in welchem das Oxyd zunahm, daſs
an beiden Enden der Metallstreifen dem breiten und
sich gleichzeitig Oxyd bildete, die Wirkungen sich
den Seiten hätten aufheben müssen, sofern man nämlich
zur Sprache gebrachten Einfluſs der Gröſse der Berüh-
che der Erreger mit der Flüssigkeit nicht zugeben will,
endlich, wenn die el. Spannung von der gebildeten
nicht abgehangen hätte, die Vertheilung der Pole gerade
kehrte hätte seyn müssen, da das Oxyd mit dem metal-
Zinke negativ, dieses damit positiv wird. Wirklich
Zamboni auch eine solche Säule aus bloſsem Zinke, nach-
die Enden desselben im Wasser oxydirt hatten, dar,

indem er das eine oxydirte Ende abschnitt, so dafs auf di
ser Seite das Zink mit einer metallischen Fläche mit dem Wa
ser in Berührung kam, und auf der andern Seite das oxydi
Ende gleich tief in das Wasser eintauchte. In diesem Falle w
die Vertheilung der Pole dieser wahrhaft dreigliedrigen Sau
wie sie nach der gewöhnlichen Regel seyn mufste, indem d
negative Pol nach dem oxydirten, der positive nach dem met
lischen Ende hinfiel.

Für die weitere Erklärung der Wirkungsart der zweigli
drigen Säule, und eben damit für die Theorie des verstärk
Galvanismus überhaupt sind aufser der Langsamkeit der er
Ladung auch noch folgende von ZAMBONI beobachtete Thats
chen wichtig: a. dafs wenn man in dem Zeitpuncte, in welch
jener Apparat das Maximum der Spannung erhalten hat, d
Condensator ladet, bei unmittelbarer Wiederholung dieses Ve
suchs eine lange dauernde Berührung nöthig ist, um die vo
Spannung hervorzubringen, und bei mehrmaliger Wiederhol
des Versuchs hinter einander nach gleich langer Berührung
mit dem Condensator die el. Spannung sich jedesmal geri
zeigt, bis sie endlich ganz verschwindet und sich erst nach
nigen Minuten wieder in den ersten Zustand setzt. b. dafs w
bei Zusammensetzung des Apparats so verfahren wird, dafs m
zuerst blofs die Vierecke (die breiten Seiten) in das Wasser
die Schwanzenden der Metallblättchen aber alle isolirt a
Luft läfst, und erst einige Minuten später in die oben an
bene Verbindung mit dem Wasser bringt, sich die el. Spann
mit ihrem Maximum sehr bald und viel früher zeigt, als w
man die Säule schnell aufbauet, indem man die Gläser nach
Reihe unter Eintauchen der Blättchen mit beiden Enden an
andersetzt. c. dafs wenn man das Leitungsvermögen des Wa
sers für E. durch Hinzufügung einiger Tropfen Salmiakauflö
vermehrt, die el. Spannung viel an Geschwindigkeit mit der
sich einstellt und dem Condensator seine Ladung mittheilt, s
auch etwas an Stärke gewinnt, dafs aber, so wie jener Zu
von Salmiakauflösung vermehrt wird, die el. Spannung zwar
nen weitern Zusatz an Geschwindigkeit erhält, dagegen die Ei
fse der Spannung anfängt etwas abzunehmen, und so bei fo
gesetztem Zusatze die Geschwindigkeit stets auf Kosten der Ei
fse der Spannung sich zu vermehren scheint, bis endlich di
Spannung ganz ausbleibt, woraus ZAMBONI den Schlufs zie

ls neben der Ungleichheit der Oberflächen ein unvollomme-
s Leitungsvermögen des feuchten Zwischenleiters eine wesent-
he Bedingung zur Bildung einer zweigliedrigen Säule sey,
d als allgemeines Gesetz für dieselben aufstellt, dafs die Grö-
der el. Spannung im umgekehrten Verhältnisse der Geschwin-
keit stehe, mit welcher die Spannung erfolgt, und dafs, wenn
Geschwindigkeit ihren höchsten Grad erreicht, jene gänzlich
löscht. Zamboni setzte einen ähnlichen Apparat wie aus Zink
d Zinn, aus Kupferblättchen zusammen; nach einigen Stun-
n entwickelte sich eine schwache el. Spannung, etwa die Hälfte
r durch Stanniol erhaltenen; aber die Vertheilung der Pole
r die entgegengesetzte. Auch in einer Säule, welche aus
oldpapier (dessen auf das Papier aufgedrückte Metallblättchen
n Kupfer sind) eben so aufgebaut wurde, wie jene oben be-
riebene aus Silberpapier, zeigte sich die Vertheilung der Pole
gegengesetzt wie in dieser, die Kupferseite positiv, die Pa-
rseite negativ, auch kehrten sich die Pole dieser Säule nie-
ls um, selbst dann nicht, wenn Zamboni die Feuchtigkeit
s Papiers durch Honig vermehrte.

Erman bestätigte die Existenz der zweigliedrigen Säule
rch seine Versuche vollkommen [1]. Eine Säule von 1100
heiben sogenannten Goldpapiers lud, wenn sie isolirt war,
n Condensator an jedem Ende entgegengesetzt, hatte ihren In-
ferenzpunct gerade in der Mitte, und ableitende Berührung des
nen Pols brachte jedesmal den entgegengesetzten Pol auf ein grö-
eres Maximum; ja schon 30 Schichten gaben einen deutlichen
sschlag. Eben so verhielt sich eine Säule überzinntes Papier
ilberpapier). Die Umkehrung der Pole sah Erman bei dieser
ule sehr selten, ohngeachtet er seine Säulen zwei Monate hin-
rch beobachtete. Nur sah er die Spannung allmälig abneh-
en, und endlich ganz erlöschen. Höchst auffallend war hier,
e bei allen trockenen Säulen [2], der Einfluſs der Temperatur.
n brauchte die Säule von 1100 Schichtungen nur ¼ Stunde
g dem Sonnenlichte auszusetzen, so lud sie das Elektrometer
mittelbar ohne Condensator bis zum Anschlagen der Blättchen,
d ihre Spannung stellte sich auffallend schnell wieder her.
der gewöhnlichen Temperatur brauchte man dagegen mit ei-

1 G. LXIV. 45.

2 S. *Säule, Zamboni'sche.*

nem guten Condensator über 5 Minuten, um bei dieser d die Dauer sehr geschwächten Säule die erste Spur einer Div genz an dem Elektrometer wahrzunehmen. Erman fand für be Arten von Säulen den Pol, nach welchem die Metallfläche gleichmäfsig positiv, den Pol der Papierseite negativ. Die zw Art solcher zweigliedrigen Säulen setzte Erman aus 30 Gla zusammen, wovon jedes ungefähr ein Pfund Wasser enth gleichsam einen Becher-Apparat, aber mit blofsem Zink, aber das Wasser an seinen beiden Enden mit sehr verschie nen Flächen berührte, von 29 Quadratzoll die eine, von 2 Q dratlinien die andere. Vermittelst zweier Condensatoren er er Divergenzen von 5—6° am Volta'schen Strohhalmelektro ter, wenn der jedesmalige entgegengesetzte Pol ableitend rührt wurde, schon einige Minuten nach Errichtung des Ap rats. Eben so verhielt sich ein Becherapparat aus 30 Sch zusammmengesetzt, bei welchem die Zinkscheiben nur ei Quadratzoll Oberfläche hatten, die Spannung war merklich selbe wie bei jenen grofsen Scheiben, aber die Dauer der W samkeit des grofsen Apparats war viel gröfser als die des klei und betrug so viele Wochen als bei diesem Tage. Erman hauptet die Vertheilung der Pole bei diesen zweigliedrigen cher-Apparaten auf eine entgegengesetzte Weise wie Zamboni funden zu haben, er irrt aber offenbar hierin, wie ich dem selbst oben in Nr. 39, welche von der einfachen Kette han in denselben Irrthum gefallen bin, denn er fand den Pol gröfsern Zinkplatte positiv, den der Spitze negativ, aber so fand sie auch Zamboni, und diese Lage der Pole folgt no wendig aus der von Zamboni gegebenen Erklärung. Fe fand Erman gerade wie Zamboni eine entgegengesetzte Pol tät bei Anwendung der Metalle, die dem negativen Ende Spannungsreihe näher stehen, indem 30 Quadrate von m Silberfolie den negativen Pol an dem breiten, den positiven gegen an dem schmalen Ende zeigten, eine Verschieden die wesentlich mit dem verschiedenen Verhalten beider Me von Metallen gegen das Wasser zusammenhängt, indem, auch Erman bestätigt fand, Wasser mit dem Silber ne dieses positiv, dagegen mit dem Zinn und Zink positiv, negativ werden. Erman fand, dafs auch diese becherförmi Apparate nach längerer oder kürzerer Zeit alle el. Spannung v loren, dafs aber in einem solchen Apparate, welcher alle Sp

verloren hatte, sich sogleich die vorige Thätigkeit wieder
wenn der geometrische Unterschied zwischen ihren Spiz-
und ihren breiten Oberflächen vermehrt wurde, namentlich
er unter Wasser auf jede breite Fläche ein Quadrat von
ben Metalle legte, ohne an den Spitzen etwas zu ändern.
übrigens dieses Erlöschen der Wirksamkeit nicht von der
ten der Metallfläche abhänge, schien daraus hervorzu-
, dafs der Silberapparat, an welchem unter bloßem Was-
ne Oxydation des Metalls zu bemerken war, fast schnel-
der Zinkapparat erlosch. Bei dieser Gelegenheit verfällt
abermals in ein Mifsverständnifs in Beziehung auf Zam-
Erklärung der Umkehrung der Polarität durch die Wir-
Zinkoxyds, denn auch Zamboni geht in dieser Erklä-
von der Thatsache aus, dafs das Zinkoxyd mit dem reinen
negativ werde, während Erman ihm die entgegengesetzte
rung unterzuschieben scheint. Erman fand endlich gleich-
als die Natur der Flüssigkeit einen bedeutenden Einfluss
. Als ein Becherapparat aus Zinn mit reinem Wasser nach
zu wirken aufgehört hatte, ward die frühere el. Polari-
zwar mit einer viel bedeutenderen Intensität, wieder
stellt, als einige Grane Kochsalz in jedem Becher aufge-
wurden, aber die Dauer dieser Spannung war im umgekehr-
Verhältnisse ihrer Intensität. Die comparative Wirkung
sauren und basischen Flüssigkeiten gab nach Verschiedenheit
Falle so wandelbare Erscheinungen, dafs Erman keine
sicht gewinnen konnte. Dieser bedeutende Einfluss der
chen Natur der Flüssigkeit auf die Vertheilung der Pole
deutlich aus dem Versuche Oersted's mit einer sol-
tischen zweigliedrigen Kette aus Zink, wo bei Anwen-
ser Flüssigkeit aus 1 Theil Wasser $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure und
Salpetersäure der positive Pol auf die schmale Seite fiel, wenn
die Flüssigkeit bedeutend mehr Säure enthielt, besonders
sie erhitzt war, die entgegengesetzte Polarität eintrat, wo-
die Magnetnadel mit dem Multiplicator als Prüfungsmittel
. Ohne Zweifel hängt auch hier diese Verschiedenheit
von ungleichen Verhalten des Metalls gegen diese verschie-
Flüssigkeiten ab, und zwar so, dafs das Zink sich posi-
gen die erstere und negativ gegen die zweite verhält.

Schw. III. 165.

Pohl stellt in dem Artikel, welcher in seinem Werke der zweigliedrigen Kette gewidmet ist [1], den allgemeinen Satz auf, dafs bei Anwendung von Metallen, die mit der gebrauchten Flüssigkeit positiv werden, der positive Pol nach der schmäleren Fläche, bei Anwendung von Metallen, die mit derselben negativ werden, der negative Pol nach dieser Seite hinfalle; indefs scheint es nach der ganzen Darstellung nicht, dafs diese Behauptung, die allerdings aus der Theorie der zweigliedrigen Kette als Postulat folgt, eigene Versuche desselben zum Grunde lägen.

79. Mit der Schliefsung der Säule, sie sey nun eine vollkommene (totale) oder unvollkommene (partiale), der obigen Bestimmung gemäfs (Nr. 69), treten gerade so, wie bei Schliefsung der einfachen Kette dieselben merkwürdigen Wirkungen ein, welche jede ächte galvanische Thätigkeit begleiten, und welche durch die Säule selbst in einem so verstärkten Grade dargestellt werden können, dafs eben dadurch dieser Apparat der Gegenstand eines so allgemeinen Interesses unter den Physikern geworden ist. Diese Wirkungen sind also auch hier die *chemischen* oder die Zersetzungs- und Zusammensetzungs-Erscheinungen, *Licht* und *Wärme*-Erscheinungen, *magnetische* Erscheinungen und *physiologische* Erscheinungen, oder Veränderungen, welche im Conflicte mit der Lebenskraft organischer Körper hervor treten. Diese Erscheinungen modificiren sich auf die mannigfaltigste Weise nach Qualität und Quantität; da aber diese Details für den Artikel: *Säule, Volta'sche,* vorbehalten sind, so schränke ich mich hier nur auf die Entwerfung der allgemeinen Umrisse dieser Phänomene ein, so weit sie für die Beurtheilung der verschiedenen Theorieen des verstärkten Galvanismus, so wie überhaupt zur Begründung einer Theorie desselben, entscheidend sind. Alle chemischen Wirkungen, welche oben von der einfachen Kette angegeben worden sind, kommen auf gleiche Weise an der Säule, und zwar namentlich an den einzelnen Ketten selbst, aus welchen sie zusammengesetzt ist, vor. Sie können aber auf eine neue und lehrreiche Weise hier dargestellt werden, indem man die Pole der Säule durch Drähte oder andere schickliche Metallverlängerungen, oder anderweitige feste Erreger des Galvanismus, die von den Endplatten der Säule ab-

1 a. a. O. S. 85—98.

gehen, auf Flüssigkeiten aller Art oder andere zersetzbare die E. eitende Körper, welche sich zwischen ihnen befinden, einwir- ten läst. Man kann sich zu solchen Versuchen bequem gläs- erner Gefäfse von verschiedener Form, Weite u. s. w. bedienen, esonders der Glasröhren, welche entweder an beiden Enden mit örken versehen sind, und mit der dem Versuche zu unterwerfen- en Flüssigkeit gefüllt werden, in welche die Polardrähte durch iese Körke hindurch hineinreichen, oder auch an dem einen Eu- e mit Blase verschlossen, oder in ein anderes Gefäfs mit offener ündung untergetaucht werden. Indem man durch die Körke eben den Polardrähten feine, passend gekrümmte Entbindungs- ihren hindurch steckt, kann man die sich entbindenden Gasar- n bequem auffangen, ihre Menge bestimmen, ihre Beschaf- enheit untersuchen, ihr Gewicht mit dem Gewichtsverluste der em Versuche unterworfenen Flüssigkeit u. s. w. vergleichen. s sind mancherlei Apparate dieser Art angegeben worden. Ent- ickelt sich nur von dem einen Polardrahte Gas, so kann man ch eines Apparates mit einer einzigen Gasröhre bedienen. Um Fig. 130. e Gase, wenn sie sich von beiden Drähten entwickeln, abge- ndert aufzufangen, dienen winkelförmig gebogene Röhren mit Fig. 131. vei Gasbehältern. Sie gewähren aufserdem den Vortheil, dafs an zwei Flüssigkeiten gleichzeitig, jede der Einwirkung eines nzelnen Pols, unterwerfen kann. Man kann auch ein gläser- Fig. 132. s Gefäfs von beliebiger Form, z. B. von Kugelform, seitwärts it einem feinen Loche durchbohren, durch dieses von jeder eite beliebige Metalldrähte in horizontaler Richtung mit Siegel- k hinein kitten und den Hals luftdicht verkorken, aus wel- em eine Sförmig gekrümmte feine Röhre, die sich entwickeln- n Gase in einem graduirten, mit Wasser oder Quecksilber füllten, und in Wasser oder Quecksilber untergetauchten Cy- der leitet, oder bei einem in seinem obern Theile hinlänglich iten Gefäfse unmittelbar über jeden horizontalen Draht eine ine Glocke aufhängen, um das von jedem Drahte aufsteigende s besonders aufzufangen.

80. Die durch die Säule bewirkte Wasserzersetzung zeigt f eine ganz besonders auffallende Art das im Raume geschie- ne Auftreten der beiden Bestandtheile des Wassers, wovon on bei der einfachen Kette umständlich die Rede gewesen ist. finden sich zwei Platin- oder Gold-Drähte in einer solchen genannten Gasentbindungsröhre, so erhebt sich bei Anwen-

dung einer hinlänglich wirksamen Säule z. B. von 50 bis 1
Plattenpaaren Zink und Kupfer von etwa zwei Quadratzollen Ob
fläche, deren feuchter Zwischenleiter mit Kochsalz oder Sa
miakauflösung getränkte Tuch- oder Papp-Scheiben sind, i
Augenblicke der Schliefsung ein reichlicher Gasstrom von bei
Drähten, jedoch von dem negativen Polardrahte reichlicher u
in kleineren Bläschen. Ist der Apparat weniger kräftig, so v
gehen wohl einige Secunden, ehe es zur sichtlichen Gasentb
dung kommt, und der Gasstrom vom positiven Drahte steigt d
immer ein bischen später auf, als vom negativen. Die Ga
sen entwickeln sich längs dem ganzen Drahte; so weit er in
Wasser eintaucht; jedoch reichlicher von der freien Spitze
und um diese herum, als nach hinten zu. Fängt man diese Ga
ten besonders auf, so zeigt sich das von dem positiven Polardr
aufsteigende Gas als Sauerstoffgas, das von dem negativen Dr
aufsteigende als Wasserstoffgas. Beide entwickeln sich merk
in dem Verhältnisse, in welchem sie Wasser mit einander bil
nämlich 2 Volumina Wasserstoffgas gegen 1 Volumen Sa
stoffgas. Indefs ist dieses Resultat in der strengsten Genauig
nie erreicht worden, da sich den entbundenen Gasarten aus d
Wasser, aus welchem sie entbunden, oder über welchem sie a
gefangen werden, etwas atmosphärische Luft, welche dasse
zurückgehalten, oder wenn es auch ausgekocht ist, während
ner Abkühlung wieder eingesogen hat, unvermeidlich beim
Simon [1] will zwar, da er seine Entbindungsröhre und d
so den Cylinder, worin das Gas aufgefangen wurde, und
eher selbst in eine Schale mit Quecksilber tauchte, mit zwei
destillirtem und frisch gekochtem Wasser gefüllt hatte, ein G
gemenge erhalten haben, das in einem kleinen Volta'schen E
diometer über Quecksilber durch den el. Funken entzündet, d
Rückstand verbrannte und Wasser erzeugte, aber schon die A
wie er seinen Versuch anstellte, da er sogar in der Entb
dungsröhre ein wenig atmosphärische Luft zurückgelassen,
mit dem entbundenen Gase in den Auffang-Cylinder mit ü
gehen mufste, erlaubt nicht dieses buchstäblich zu nehmen.
genauesten fiel ein von H. Davy angestellter Versuch a
welcher die beiden Gasarten in den Röhren selbst, in wel

1 G. X. 290.
2 Ebend. VII. 114.

die beiden gasentbindenden Golddrähte befanden, auffing. ...waren nämlich in ihr oberes Ende eingeschmelzt, mit ihren ...offenen Enden waren diese Röhren in Gläser umgestürzt, ...selbst durch frische Muskelfasern mit einander verbunden wa-

Die Röhren sowohl als die Gläser wurden mit destillirtem ...ser gefüllt, welches er nach achtstündigem Kochen fast ...siedend eingefüllt hatte. Die erhaltenen Gasarten verhiel- ...sich als reines Wasserstoffgas und als reines Sauerstoffgas. ...einen Versuche war das Verhältnifs ihrer Voluminum ...9:14. Davy vermuthete, dafs das eine Wasser einen ...des Sauerstoffgases verschluckt habe. Er sättigte also ...dasselbe mit Sauerstoffgas, indem er es über Quecksilber ...schüttelte, und nun war das Verhältnifs beider Gasarten ...in dasselbe, wie es die gewöhnliche Wasserzersetzung ...gibt, nämlich 57 : 27. Das Verhältnifs des Gewichts der ...Gasarten zum Gewichtsverluste des Wassers suchte ...vom Anfange an auszumitteln. Da eine lange Zeit vergeht, ...eine hinlängliche Menge Gas erhalten werden kann, um ...merklichen Gewichtsverlust des Wassers zu veranlassen, ...weil das Gewicht der Gasarten in allen solchen Fällen nicht ...unmittelbar, sondern nur nach ihrem Volumen bestimmt wird, ...diese Bestimmung aber nur dann genaue Resultate gewähren ...kann, wenn die erhaltenen Gase rein, und also ohne Beimi- ...schung von atmosphärischer Luft sind, welche das Wasser etwa ...noch enthielt, da aufser durch die Entbindung der Gasarten ...das Wasser einen Verlust durch Verdunstung erleiden mufs, wo- ...durch sich entwickelnden Gasarten selbst, die den Wasserdunst ...mit fortführen, Veranlassung geben, so begreift man von ...selbst, dafs ein solcher Versuch in keinem Falle ein absolut ge- ...naues Resultat geben konnte. Gruner, welcher zuerst diesen ...Versuch anstellte, wollte, nachdem bereits 6 Cubikzolle Gas aus ...dem Wasser entwickelt waren, doch keinen Gewichtsverlust ...des Wassers, das er mit dem Gefäfse vor und nach dem Ver- ...suche gewogen hatte, gefunden haben, und schlofs daraus, dafs ...man von einer Zersetzung der galvanischen Materie selbst ...reden möchte [1]. Mit mehr Genauigkeit wurden die Versuche ...von Fahlmann [2] angestellt, welcher dazu ein kugelförmiges

---

[1] G. VIII. 222.

[2] Ebend. XI. 215.

Fig. 132. Glasgefäfs mit cylindrischem Halse gebrauchte. Er hatte es an dem Ende an zwei gegenüberstehenden Stellen durchbohrt, über die Oeffnung Korkstöpsel b b gekittet, durch diese zwei zugespitzte Golddrähte a a gesteckt, so dafs ihre Spitzen nur um eine Linie von einander abstanden, und Kork, Metall und Glas, wo sie an einander grenzten, mit Siegellackfirnifs luftdicht überzogen. Er füllte darauf das Gefäfs bis an den Hals mit frisch destillirtem Wasser, wovon es genau 5¾ Drachmen hielt, verschlofs es mit einem Korkstöpsel, durch den ein S förmig gekrümmtes Haarröhrchen ging, und verstrich auch hier alle Fugen sorgfältig mit Siegellackfirnifs. Dieser ganze Apparat wog 648 Gran. Die Golddrähte wurden mit einer Säule von 80 Lagen, welche mit Salmiakauflösung geschichtet war, in Verbindung gesetzt, und das Gas in einem mit destillirtem Wasser gefüllten, vorher graduirten Cylinder aufgefangen. Nach 40 Stunden hatten sich in dem Cylinder bei 10° R. genau 6 Kubikzoll Gas angesammelt, und der Apparat hatte 1 Gran an Gewicht verloren. Nach dem damals noch gangbaren unrichtigen Verhältnisse der Zusammensetzung des Wassers aus 85 O. und 15 H. und nach der ebenfalls nicht ganz genauen Annahme des specifischen Gewichts der Gasarten, bestimmte er das Gewicht von 6 Cubikzolle zu 1,1015162 Gran, welches mit dem Gewichtsverluste nahe überein kam.

Simon trieb den Versuch noch mehr ins Grofse [1], indem er ihn mit zwei Apparaten gleichzeitig 31 Stunden hindurch fortsetzte. Bei dem einen Apparate betrug der Gewichtsverlust 2,2 fr. Grains, bei dem andern 1,9; das Gewicht der erhaltenen Gasarten, die aus dem ersten Apparate 9,22, aus dem zweiten 7,91 Par. Duod. Cubikzoll betrug, berechnete er nach den damaligen nicht ganz genauen Bestimmungen für den ersten Fall zu 1,56, für den zweiten zu 1,33 Gr. Folglich in beiden Fällen bedeutend weniger als der Gewichtsverlust des Wassers betrug. Simon vermuthete, dafs das mit den Gasen zugleich verdunstete Wasser diesen Unterschied veranlafst habe; er richtete also einen sehr zweckmäfsigen Apparat mit einer Mittelröhre vor, die mit geschmolzenem salzsaurem Kalke gefüllt und durch Quecksilber von beiden Seiten von der Gasentbindungsröhre und von dem Cylinder, welcher das Gas auffangen sollte, abgesch-

1 G. X. 282.

sen war, damit der salzsaure Kalk bei seiner grofsen Verwandtschaft zum Wasser von keiner Seite her dasselbe anziehen konnte, und setzte den Versuch 10 Wochen und 2 Tage fort. Die Menge des aufgefangenenen Gases betrug bei + 12° R. 27,54 Par Duod. C. Z, dessen Gewicht er zu 4,6 fr. Grains bestimmte, und welches nunmehro mit dem blofs von der Entbindung der Gasarten abhängigen Gewichtsverluste des Wassers, der dadurch ausgemittelt wurde, dafs der ganze Apparat mit der Mittelröhre, die den salzsauren Kalk enthielt, vor und nach dem Versuche gewogen wurde, fast vollkommen übereinstimmte.

Erdmann glaubte bei Anstellung des Wasserzersetzungsversuches mit dem oben beschriebenen Apparate zu bemerken [1], dafs die Gasbläschen nicht senkrecht aufstiegen, sondern dafs die Ströme Sauerstoffgas während der ganzen Dauer des Versuchs nach der Richtung der Spitze vor, die Ströme Wasserstoffgas dagegen von der Spitze zurückgetrieben würden, und zwar besonders an den Spitzen selbst, wie die Figur darstellt. Diese Erscheinung soll sich jedesmal zeigen, wenn die Gasentbindung in einem hinlänglich weitem Gefäfse unter gleichen Umständen vor sich geht, was auch andere Mitbeobachter bestätigten. Der Erfolg war also ganz von der Art, wie wenn von dem positiven nach dem negativen Drahte hin eine Bewegung oder ein Stofs wirkte, der vereinigt mit der von der Schwere abhängigen senkrecht aufsteigenden Bewegung diese Art von parabolischer Bahn bewirkte. Fig. 132.

81. Da in diesem Wasserzersetzungsversuche die beiden Bestandtheile des Wassers getrennt von einander auftreten, so bot sich gleich von Anfang an das wichtige Problem zur Entscheidung durch Versuche dar, ob die beiden, wenn gleich in solcher Geschiedenheit im Raume auftretenden Bestandtheile einem und demselben Wassertheilchen angehören, oder ob vielmehr an jedem Drahte jedes Wassertheilchen für sich seinen Bestandtheil liefere, und wohin der andere in diesem Falle gelange, oder ob vielleicht hier überall nicht zersetzt, sondern nur (Wasser) umgewandelt werde. Der sicherste Weg zur Entscheidung dieser Frage schien der zu seyn, zwei Wasserquantitäten so vollkommen wie möglich von einander zu trennen, so dafs sie in gewissem Sinne kein Continuum mehr bildeten, ohne dafs darum

1 G. XI. 215.

die Leitung von dem einen zu dem andern und damit der Proceſs selbst gehemmt wurde, wobei jedoch kein trockener Leiter oder ein Leiter der ersten Classe angewandt werden durfte, welcher selbst durch chemische Polarität wirkt, und die Wasserzersetzung eben damit wieder mit beiden Bestandtheilen in e und dasselbe Wassercontinuum versetzt.

H. Davy schmolz zu diesem Ende, wie schon oben bemerkt ist, Golddrähte, die er mit den Polen der Säule verb den wollte, in das eine Ende von Glasröhren, die er mit d andern offenen Ende in Gläser mit Wasser umstürzte. Tauch er nun den Finger der einen Hand in das eine Glas, den andern in das andere, wo also die Communication zwischen b den Gläsern durch seinen Körper stattfand, so erfolgte die G entbindung in vollkommen geschiedenen Wasserportionen, zwar an jedem Drahte die des ihm vermöge des Pols zugehö gen Gases. Denselben Dienst leistete eine Verbindung der Gl ser durch Muskelfasern und frische Pflanzenfasern, endlich d einen benetzten Faden. Auch als sich drei Personen anfaſs wovon die beiden äufsersten die Finger in die Gläser tauch trat derselbe Erfolg, nur geschwächt ein. Ich selbst hatte d Kork zur Scheidung vorgeschlagen, und mit einem solchen A parate, der aus zwei Abtheilungen bestand, die durch e vollkommen isolirende Scheidewand von einander getrennt ren, in welche von jeder Seite her Golddrähte eingekettet ren, und in welchen durch einen an der Scheidewand angebr ten Kork die Leitung von dem einen Wasser zum andern v mittelt, die Communication des Wassers selbst aber, wie verschiedene Höhe desselben in den beiden Abtheilungen b wies, vollkommen unterbrochen war, Versuche mit Erfolg a gestellt.[1] In allen diesen Fällen communicirten indefs die sch bar getrennten Wasserquantitäten doch eigentlich wieder durch das Wasser, wovon der Faden oder der Kork durchdr gen waren, oder es fielen selbst beide Processe in ein und d selbe Wasserquantum, wenn nämlich thierische Theile, wie M kelfasern, Nerven u. s. w. die Communication unterhielten, dem diese Theile, wie Ritter richtig bemerkt[2], sich wie f Leiter verhalten, nämlich mit chemischer Polarität, wie d

1 G. VII. 363.
2 Ebend. IX. 274.

te, nur dafs die Bestandtheile des Wassers an ihnen nicht
ig erscheinen, sondern neue Verbindungen mit ihnen
n. Dieses erhellet besonders aus einem Versuche Si-
, wo zwei Röhren A, B unten durch einen Streifen ma- Fig.
Rindfleisch C vereinigt und durch herumgebundene Blase 133.
verschlossen, darauf beide mit reinem Wasser gefüllt und
dere Oeffnung mit Korkstöpseln verschlossen wurden,
welche Drähte nebst Entbindungsröhren luftdicht gingen.
Fleisch erlitt eine merkwürdige Veränderung, indem das
egativen Pole gegenüberstehende Fleischende D, welches
a, wenn es selbst polarisirte, als Oxygenpol auftrat, eine
dere Farbe annahm und auch eine so gefärbte Flüssigkeit
r, indefs das andere, dem positiven Pole zugekehrte also
negativ gewordene Ende E des Fleisches gänzlich entfärbt
b, und ein gallertartiges Ansehen erhielt, Veränderungen,
le Simon auf gleiche Weise an Fleischfibern wahrnahm,
enen er, statt der genäfsten Tuchscheiben eine Volta'sche
richtete, die auch mehrere Tage hindurch gegen Fäul-
schützt wurden.

Eine besondere Aufmerksamkeit widmete Ritter dieser Art
Versuchung, wobei er aus der Form, unter welcher die
Zersetzung auftritt, den Schlufs gezogen hatte, dafs *das*
nur einfach sey, und nicht zersetzt, sondern auf der einen
des Ganzes die Sauerstoff-, auf der andern Seite die Was-
serstoff-Qualität durch die el. Begeistung annehme. Die eine
seiner Versuche betraf die Prüfung einer Behauptung
Davy's, Vauquelin's und Thénard's, welche die wirk-
liche Ueberführung des Hydrogens von dem Drahte, welcher
Wasserstoffgas lieferte, nach dem entgegengesetzten Drahte, an
dem es nach Abgebung des el. Fluidums an denselben dann
Gas auftrete, durch einen Versuch mit Silberoxyd bewie-
sen wollten, welches, in das Wasser zwischen beide
Drähte gebracht, in der Portion, welche dem positiven Drahte
näher sey, reducirt werde, während zugleich die Entbin-
dung des Wasserstoffgases aufhöre. Ritter [2] bewies indefs
durch eine grofse Reihe sehr sinnreich abgeänderter Versuche, dafs

[1] G. X. 28.

[2] Beiträge zur nähern Kenntnifs des Galvanismus II. Bd. 1. St
II.

dieser Erfolg durchaus nicht statt finde, dafs vielmehr das Si beroxyd auf derjenigen Seite, welche nach dem negativen Dra zugekehrt ist, eine Reduction erleide, und zwar nur in d Verhältnisse, in welchem es entweder unmittelbar oder ver telst des Wassers, welches dasselbe in sehr geringer Menge a löst, mit dem negativen Drahte, und folglich mit dem Hyd gen im Augenblicke seines Freiwerdens in Berührung kom und dadurch reducirt werde, dafs sich diese Reduction von aus durch das Silberoxyd nach der entgegengesetzten Seite mälig ausbreite, sofern das mit dem negativen Drahte zus menhängende, und sich durch Anhängen neuer reducirter bertheilchen verlängernde Silber nun selbst zum negativen werde, und weiteres Oxyd, mit dem es in Berührung kom reducire, dafs auf der entgegengesetzten Seite nichts von d Art vorkomme, vielmehr die Wirksamkeit des Sauerstoffs hier thätig zeige, indem das schon etwas grau gewordene beroxyd hier vielmehr seine weifse Farbe wieder erhalte, die geringe Spur von aufgelöstem Silberoxyd sich in wei Wölkchen niederschlage. Mannichfaltig abgeänderte Ver bestätigten von allen Seiten dieses Resultat und widerlegten kaum begreiflichen Irrthum der französischen Physiker.

Dagegen glaubte Ritter in der concentrirten Schwefel und an der concentrirten Salpetersäure ein Scheidungsmittel funden zu haben, durch welches jene einseitige Metamor des Wassers als Ganzes in Sauerstoffgas und Wasserstoffga wiesen, werden könne. Bei der Mittheilung seiner ersten V suche [1] war er in den Irrthum gefallen, dafs diese Säuren, mentlich die Schwefelsäure, durch die unmittelbare Einwir der Polardrähte selbst keine Veränderung erlitten, kein Gas ben u. s. w. Dieser Irrthum wurde jedoch durch Henry Cruickshank's [2], Davy's [4] und später auch durch Simon Versuche widerlegt, welche alle wirklich Gas, theils durch setzung des Wassers, welches diese Säuren als wahre Hyd auch noch im concentrirten Zustande enthalten, theils durch

1 Voigts Magazin II. 492 ff.
2 G. VI. 370.
3 Ebend. VII. 106.
4 Ebend. VII. 124.
5 Ebend. X. 82.

nung der Säure selbst erhielten. Insbesondere fand in allen Versuchen am Hydrogendrahte Zersetzung der Schwefelsäure durch den Wasserstoff und Abscheidung von Schwefel Wenn aber die Schwefelsäure in die untere Biegung einer zwischenklichen, in einen spitzen Winkel gebogenen Röhre gegossen, und über dieselbe mit aller Vorsicht, um die Vermischung zu verhindern, Wasser gegossen wird, in welches Gold-Platindrähte reichen, so findet an beiden auf die gewöhnliche Weise Gasentwickelung statt, ohne dafs die zwischen beiden Schwefelsäure die allergeringste Veränderung erleidet; nur sogar in gröfserer Menge, als wenn die Strecke, welche Schwefelsäure einnimmt, durch reines Wasser ersetzt Diesen Versuch sah nun Ritter als einen ganz entscheidenden Beweis der absoluten Geschiedenheit und Unabhängigkeit der Processe von einander, und der Verwandlung des auf der Seite befindlichen Wassers als Ganzes in das Gas, welches auf jeder Seite entwickelt, an; indefs durch eine Argumentation, welche mehr subtil als haltbar ist. Selbst dann, wenn durch einen directen Versuch bewiesen wäre, dafs der Gewichtsverlust des Wassers auf der einen Seite mit dem Gewichte des entwickelten Sauerstoffgases und derjenigen auf der andern Seite mit demjenigen des Wasserstoffgases genau übereinkäme, ein Resultat, welches Ritter für ganz entscheidend hält, würde die von einigen Physikern aufgestellte Hypothese einer durch das ganze Wasser hindurch gehenden Zersetzung und Wiederzusammensetzung, und somit einer Abhängigkeit des Processes auf der einen Seite von demjenigen auf der andern nicht behaupten können.

Die Entwickelung von Gas an den beiden Polardrähten findet, wie bereits bemerkt ist, nur dann statt, wenn als solche Metalle angewandt werden, die zum Sauerstoff eine geringe Anziehung haben, namentlich aufser Gold und Platin, Palladium, Rhodium und Tellurium. Werden dagegen sie von andern Metallen gebraucht, so entwickelt sich zwar, wie vor, am negativen Drahte Wasserstoffgas, aber der positive Draht giebt nun kein Gas, sondern es bildet sich an demselben Oxyd, das sich mit dem Wasser zu Hydrat verbindet, sich in einer, nach Beschaffenheit des Metalls verschieden gefärbten Wolke von dem Drahte aus im Wasser verbreitet, der Draht aber wird angefressen und allmälig verzehrt. Dieses gilt

auf gleiche Weise von dem sonst nicht so leicht oxydirbaren Silber. Cruickshank [1] machte zuerst diese Beobachtung, dem Silberdrahte; es zeigte sich eine weifse Wolke an der Spitze des positiven Drahtes, welche nach und nach gröfser, dunkler endlich purpurfarbig oder selbst schwarz wurde; doch hörte diesem Drahte nicht, wie an den Drähten von Messing oder Kupfer, alle Gasentwickelung auf, und bei einer kräftigen Säule findet sogar noch ein beträchtlicher Strom statt. Gauss bemerkte, dafs bei Anwendung von Silbernadeln, die etwa ½ von einander abstehen mochten, das an dem positiven Drahte sich bildende gelbe Oxyd nach einigen Minuten von der negativen Spitze angezogen wurde, und unter Verwandlung in schwarzes Oxyd an dieser Spitze einen sehr schönen schwarzen Dendriten bildete, auch in dem Augenblicke, da die Bildung desselben begann, die Gasentbindung aufhörte und sich die Oberfläche dieser Nadel mit einem schwarzen, lose aufliegenden Ueberzuge bedeckte.

Brugnatelli [2] hatte bei einem Becherapparate die Schwefsung des Kreises durch verschiedene Drähte in mehreren von einander folgenden Gläsern gemacht, wodurch daher abgeleitete Pole an den Enden dieser Drähte entstanden. Hierbei beobachtete er, dafs an dem negativen Ende der Drähte sich zum Theil krystallinische Ueberzüge bildeten, die offenbar von dem, mit dem gegenüberstehenden positiven Polardrahte übergeführten Metalloxyde, welches an diesem gebildet und an dem negativen Pole reducirt war, und unter gewissen Umständen selbst noch hydrogenesirt wurde, herrührten. Er stellte damals die sonderbare Hypothese auf, dafs diese Krystalle Verbindungen des Metalloxyds mit der el. Materie selbst seyen, welche letztere die Eigenschaften einer wahren Säure besitzen sollte, und die er daher el. Säure nannte. Er hat aber diese unhaltbare Meinung nachher selbst aufgegeben, wie man aus einer spätern Abhandlung desselben [3] ersieht, in welcher er die Natur dieser Bildungen am negativen Drahte richtiger bestimmt hat. Der negative Golddraht überzog sich in seinen Versuchen, so weit er in das Wasser reichte, mit einer schwarzen Substanz, die sehr schnell zunahm, und war die Säule kräftig, so war der Ueberzug in

1 G. VI. 368.
2 Ebend. VIII. 284.
3 Ebend. XXIII. 177.

nigen Stunden in eine schwammigte, sichtlich aufgelaufene ubstanz verwandelt und sehr dünne Golddrähte gingen zuletzt nz in dieselbe über. Manchmal bildete diese Substanz wahre getationen oder Nadeln, doch nur wenn starke Säulen schon schwächt waren. Brugnatelli sieht diese Substanz für ein ydrat von Goldhydrüre an. Wechselt man die Golddrähte, so ds der mit der schwammigten Substanz überzogene Golddraht ch nun am positiven Pole befindet, so sieht man den schwam-igten Ueberzug allmälig an Volumen abnehmen und so zu sagen den Golddraht wieder einschrumpfen, der seine vorige Farbe d Metallglanz wieder annimmt. Dieses Goldhydrüre ist ein iter des Galvanismus, denn gänzlich damit überzogene Drähte setzen sehr schnell das Wasser durch Einwirkung der Säule. ach den negativen Silberdraht sah Brugnatelli bei Anwen-ng zweier Silberdrähte, deren Spitzen nur 3 Linien von ein-der abstanden, und bei Einwirkung einer mächtigen Säule ch mit einem ziemlich reichlichen dunkelgrauen und wie hwammigten Ueberzuge bedecken. Diesen hielt er für ein Sil-rhydrat, weil er getrocknet und mit einem Glätter gerieben, etallglanz annahm, und alle Eigenschaften des reinen Silbers igte. Nach der Art der Bildung und nach der Analogie mit m Golde läfst sich indefs nicht zweifeln, dafs es Silberhydrüre , das seinen Wasserstoff leicht wieder abgiebt. Bei Anwen-ng von Kupferdrähten in demselben Gefäfse bildete sich an m negativen Drahte eine schwarze Substanz in schönen Rami-ationen, welche Brugnatelli für Kupferhydrüre erkannt ha-n will. Diese Veränderungen der Metalle am negativen Pole fern die vorzüglichsten Data zur Erklärung der sogenannten larisirung der Metalldrähte im Kreise der Säule, der Ladungs-ule u. s. w.

Davy wandte statt der Drähte Streifen von wohl ausge-nnten Kohlen an [1], durch welche die Säule sich so gut wie rch Metalldrähte vollkommen entladen liefs. An dem Strei-, der mit dem positiven Pole verbunden war, entwickelte ch gar kein Gas (bei Anwendung von nicht destillirtem Wasser ffe sich etwas atmosphärische Luft, die durch das vom Wasser schluckte kohlensaure Gas entbunden worden war, angesam-lt), dagegen bildete sich Kohlensäure, die vom Wasser ver-

1 G. VII. a. a. O.

schluckt wurde, und durch Prüfung mit Reagentien erkennb
war. Der mit dem negativen Pole verbundene Streifen gab e
nach einer halben Stunde Gas, welches sich gröfstentheils a
reines Wasserstoffgas verhielt, dem aber doch etwas Kohl
wasserstoffgas beigemischt war. Unter denselben Umstänc
gab ein Silberdraht, mit dem negativen Ende der Säule verb
den, während der Kohlenstreifen den Leiter vom positiven P
bildete, sogleich Gas, woraus man schliefsen mufs, dafs d
Kohle im Anfange den entbundenen Wasserstoff, zu welch
sie eine grofse Verwandtschaft hat, verschluckte. Brugnatel
sah bei Anwendung der Kohlenstreifen am positiven Pole s
sehr viel Gas, am negativen dagegen sehr wenig entwick
auch wurde die Kohle an diesem Pole merklich gebleicht, w
ches er von der Verbindung mit dem Wasserstoff ableitet, w
denn auch diese hydrogenisirte Kohle gegen gewöhnliche Koh
sich positiv el. verhielt, gerade so, wie das hydrogenis
Gold gegen gewöhnliches Gold.

Henry [2] schmolz die Gasentbindungsröhre in dem ein
Ende um den zu leitenden Draht zu und sperrte das Wasse
ihr mit Quecksilber. Hier entband sich nur Gas, wenn d
Zuleitungsdraht (von Silber) mit dem negativen Pole, das Qu
silber mit dem positiven (ohne Zweifel durch einen Eisendr
verbunden war. Bei umgekehrter Verbindung entwickelte s
kein Gas, ohngeachtet die Bewegung der Oberfläche des Qu
silbers das fortdauernde Durchströmen bewies. Wurde dage
bei dieser letzten Anordnung ein Draht durch das Quecksil
in die Röhre geleitet, so stieg viel Gas vom untern Drahte a
Hier zeigte sich also die Spitze günstig für die Wasserzers
zung wegen der auf wenige Puncte eingeschränkten Wirku
doch erheben sich allerdings auch bei Anwendung von stärk
Säulen aus 60 bis 100 Plattenpaaren von 2 Quadratzoll Ob
fläche Wasserstoffgasblasen von der Oberfläche des Quecksilb
wenn dieses mit dem negativen Pole verbunden ist, und bei d
Verbindung mit dem positiven Pole überzieht sich die Oberfl
nach Verhältnifs der Stärke der Säule mit einer schwärzlich
oder mehr gelben Oxydschicht. Ueberhaupt modificiren s
alle diese Veränderungen der Metalldrähte, der Kohlenstre

1 G. XXII. a. a. O.
2 VI. 370.

r., sowohl hinsichtlich der Stärke als der Art in Gemäfs-
r jedesmaligen Stärke des galv. Apparats und des davon
ten el. Stromes.

§ Die Polarisirung trockener Erreger, welche die Con-
des Wassers unterbrechen, und die davon abhängige
pelung und selbst Vervielfachung des Processes, welche
a bei der einfachen Kette kennen gelernt haben, zeigt
n der Säule auf eine noch viel auffallendere Weise.
MAIR [1] und RITTER [2] haben zuerst dergleichen Versuche
t und sie sind auf die mannigfaltigste Weise abgeändert
§ Die einfachste Form dieses Versuchs ist, dafs man
destillirtem Wasser gefüllte Glasröhren nimmt, deren
en einerseits durch Drähte mit den beiden Polen der
e, die beiden andern Enden durch einen Metalldraht mit
verbunden sind, und durch deren obere Körke feine
Glasröhren zum Austreten der entbundenen Gase ge- Fig.
rden. Sind die drei Drähte a b und c von Platin oder 134.
s entwickelt sich durch die Einwirkung einer hinläng-
en Säule von 4 Drahtenden Gas und zwar an den Po-
a b auf die bereits abgehandelte Weise, an dem, dem
Drahte gegenüber stehenden Ende d des Verbindungs-
Wasserstoffgas, an dem, dem negativen Polardrahte ge-
henden Ende e Sauerstoffgas; der Verbindungsdraht
selbst Polarität angenommen, und zwar an jedem Ende
gegengesetzte von der des ursprünglichen Poles, durch
diese Polarität erzeugt worden ist. Einige Physiker [3]
hauptet, dafs die an den ursprünglichen Polen statt fin-
Gasentbindung reichlicher sey, als die an den abgeleiteten
und dafs nur die an den ersteren und an den letzteren
ider bezogenen Gase in dem Verhältnisse, in welchem
er bilden, gegen einander stehen, nicht aber die Men-
e in jeder Röhre entbunden werden. Indefs habe ich
ch verschiedene Versuche vom Gegentheile überzeugt.
ich die Menge des Gases am abgeleiteten Pole d des
der Menge des Gases am Polardrahte a entsprechend

---

[1] VI. 367.

[2] Voigt's Magazin II. 490.

[3] Nordisches Archiv von Pfaff und Scheel II. Bd. 2. St. S. 88.
Neue phys. chem. Abh. II. Bd. 310 ff.

und eben so auf der entgegengesetzten Seite; aber allerdi
kann das ganze Quantum des entbundenen Gases in den bei
Röhren sehr verschieden ausfallen nach Verschiedenheit der
sondern Verhältnisse, die die Stärke der Wasserzersetzung
jeder Röhre bestimmen. Es lassen sich auf diese Weise
Reihe von Röhren mit einander verbinden und der Proceſs
sich verdreifachen, vervierfachen u. s. w. Die chemischen
sind hierbei stets nach dem gleichen Gesetze vertheilt, daſs
lich ein positiver oder Oxygenpol mit einem negativen oder
drogenpole abwechselt und jeder Draht, der mit seinen E
zwei auf einander folgende Röhren verbindet, die entgeg
setzten Pole an diesen beiden Enden zeigt. Huth[1] hat
Versuche sehr ins Groſse getrieben, indem er dazu zwei
lange und 1 Z. weite Glasröhren anwendete, durch deren
Messingdrähte 2 Z. tief in das Wasser reichten. Es wurde
Anfang mit einer Röhre gemacht, dann aber eine Röhre
der andern mit in den Kreis aufgenommen. Stets zeigte
bei jeder an dem Ende des einen Drahtes Oxydirung, an
des andern Gasentwickelung; jedoch wurde diese immer sch
cher, in dem Verhältnisse, in welchem der Schlieſsungskr
Ausdehnung zunahm. Nachdem die 6 letzten Röhren ein
waren, war gleich nach Schlieſsung der Kette in keiner
Röhren eine galvanische Wirkung zu bemerken, aber nach
lauf einer halben Stunde zeigte sich an den einen Drähten
innern Zwischenröhren der Anfang von Oxydation, wel
sichtbar nach und nach zunahm. Diese Oxydation war in
den Enden näher liegenden, Röhren stärker als in den mittl
in der mittelsten ward nur die Spitze nach einigen Stunden
bar schwarz, und kaum ein kleines Oxydwölkchen in dem
gewandten Wasser bemerklich. Hier hatte sich also die ch
sche Wirkung einer hundertplattigen Säule, deren Silberp
nur preuſsische Viergroschenstücke waren, durch zwei 10
lange und neun 39 Z. lange, mittelst Messingdrähten mit e
der verbundene Wassersäulen erstreckt. Simon machte je
metallischen Ketten, durch welche die Pole der Säule mit
Glasröhren verbunden wurden, 24 Fuſs lang und hakte
Röhren, jede mit 40 Z. Abstand der in sie hineinreich
Drähte, ein. Im Anfange erfolgte keine Veränderung, aber

1 G. X. 43.

ersten Oxydirung und nach 5 Minuten auch mäfsige Gasentwickelung. Hierauf wurde zwischen jene beiden langen Röhren eine kürzere von 18 Z. Abstand der Drähte eingehakt. Es zeigten 3 Minuten nach Schliefsung der Kette langsames feines Gasblasenströmen in der mittleren kürzeren Röhre, in den längeren nichts, aber nach 10 Minuten wurde der Gas erzeugende Draht auch in diesen mit Bläschen überzogen. Oxydirung wurde an den drei Röhren bemerkt. Diese Versuche liefern gleichen Beweis, dafs die Processe an den beiden Drahtenden in besondern Röhre zusammen gehören, dafs die Stärke derselben von den besondern Bedingungen in jeder abhängt, zugleich zeigen sie aber auch, dafs in einem weit ausgedehnten leitenden Bogen die Action von den Polen aus nach der Mitte abnimmt.

Die Polarisirung der Metalldrähte findet selbst dann statt, wenn sie sich in einer und derselben Wassersäule befinden, welche die beiden Polendrähte mit einander verbindet. Wir haben schon oben einen solchen Versuch ERMAN's anzuführen Gelegenheit gehabt. Derselbe Versuch wurde auch von diesem scharfsichtigen Experimentator abgeändert[1], wobei er das allgemeine Resultat erhielt, dafs, wenn gleich diese Metalldrähte an zwei entgegengesetzten Enden elektrisch chemische Polarität nach jenen allgemeinen Gesetze der abwechselnden Folge der gleichnamigen Pole zeigen, an ihnen noch aufserdem freie E. durch das Elektrometer zu erkennen ist, die jedesmal mit der E. derjenigen Wasserhälfte übereinstimmend ist, in welcher sie sich befinden, und also mit derjenigen des ihnen am nächsten gelegenen Poles der Säule selbst. Hierbei war es nun merkwürdig, dafs, wo die Indifferenz beider Elektricitäten in der Wasserschnüel, auch eine Indifferenz der chemischen Polarität bemerkbar war, d. h. keine Wasserzersetzung statt fand. Dieses tritt auch auffallend aus folgendem Versuche, welcher auch das Schema der Vertheilung der elektrisch-chemischen Pole an den Verbindungsdrähten deutlich vor Augen legt. Von zwei dicht neben einander gestellten tubulirten Gasapparaten ist der Fig. 135. (1) mit den Batteriedrähten A (+E) und B (—E) verbunden. Seine beiden Metalldrähte C und D bleiben mit ihren gegen einander gekehrten Spitzen in gleicher Entfernung vom

[1] G. X. 1.

Indifferenzpuncte E und ihre herausragenden Enden biegen sich gegen den zweiten Apparat (II) zurück, und durch seine Tubulirungen c und d in denselben hinein, so dafs sich ihre Endspitzen auch hier in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpuncte e befinden. Bringt man überdies von E zu e einen dritten Mitteldraht an, der aber blofs in das Wasser der beiden Flüssigkeiten hineinragt, so wird dieser Draht E e weder chemische noch elektrische Erscheinungen geben, weil sich seine beiden Spitzen in den beiden Indifferenzregionen der beiden Wassersäulen befinden. Zieht man die Drahtenden C und D oder auch c und d, oder auch die ganzen Drähte C c und D d gleich weit zurück, so bleibt an den Spitzen E und e alles wie, weil sie nach wie vor immerfort in der respectiven Indifferenzzone sind. Zieht man dagegen D und C zurück, so rückt im ersten Apparate (I) der Wirkungskreis des positiven Pol A vor, und macht E durch Vertheilung negativ. Ebenso rückt im zweiten Apparate (II) die Atmosphäre des negativen Pols d verhältnifsmäfsig vor und macht e durch Vertheilung positiv. Nun giebt E augenblicklich Wasserstoffgas und e Oxyd, wenn man E e von einem oxydirbaren Metalle genommen hat. Soll umgekehrt E Oxyd und e Gas geben, so braucht man nur C und D wieder vorzuschieben und c und d zurückzuziehen. Zugleich hört auch der gehörig zurückgezogene Draht C oder D des ersten Apparats auf, die Phänomene der Polarität seiner Linie nach zu zeigen und giebt nur Gas oder Oxyd, so dafs in dem Apparate (I) nicht mehr Gas und Oxyd gebende Puncte entstehen, als vorher da waren, und E nun die Stelle desjenigen vertritt, welcher dem zurückgezogenen Drahte abgeht.

Fig. 136

Noch verdient hier am Ende eine merkwürdige Beobachtung von Theodor v. Grotthuss [1] angeführt zu werden, welche über den Vorgang der Polarisirung der Metalldrähte Aufschlufs giebt. Er fand nämlich, dafs ein höchst feiner Rifs in der Glasmasse einer Röhre ganz denselben Dienst wie ein Metalldraht leistete, indem an den beiden Enden dieses Risses, welche zwischen den in die Flüssigkeit getauchten Polardrähten sich befand, indem die letzteren durch diesen Rifs eine unvollkommene Communication mit einander hatten, sich elektrisch-chemische Pole zeigten. Dieser Rifs liefs die Flüssigkeit

1 S. dessen phys. chem. Forschungen und Schw. XXVIII. 31

urch, nur als der galvanische Strom hindurch ging, wurde eine hr kleine Quantität der Flüssigkeit aus der Röhre hindurch ge- hrt. Diese Polarität des in dem Glasrisse gleichsam fixirten assers zeigte sich besonders auffallend, als salpetersaure Sil- rauflösung in die Röhre und in das Glas, in welchen dieselbe nd, gebracht wurde. Dem negativen Polardrahte gegenüber twickelte sich an dem Ende des Risses Sauerstoffgas, und am fsern Ende dieses Risses überzog sich die Glasfläche mit re- ucirtem Silber in Form von blätterförmigen Dendriten. Da lbst bei Anwendung einer Batterie von 100 Zinkkupferplatten n 6 Z. Durchmesser über eine Stunde verstrichen war, ehe se Wirkungen sich zu zeigen anfingen, so schliefst v. Grott- ss, dafs diese Zeit verstrich, bis sich die Flüssigkeit in den ils selbst zwischen die getrennten Glasflächen insinuirte, wor- f denn erst die chemisch-polare Wirkung eintrat, abhängig von, dafs die Grundstoffe des Wassers in diesen gleichsam irtem Wasserenden nicht die nöthige Beweglichkeit hatten, n die Zersetzung und Wiederzusammensetzung des Wassers ner Hypothese gemäfs durch die ganzen Strecken fortsetzen können.

84. Die Quantität der Wasserzersetzung wird durch man- erlei Umstände bestimmt, die theils in der Beschaffenheit der olta'schen Säule selbst, theils in den mannigfaltigen Bestim- ungen, welche die Gasentbindungsröhre zuläfst, und in ihren öglichen Combinationen mit einander gelegen sind. Ohne auf e mannigfaltigen Abänderungen in der Constructionsart des olta'schen Apparats hier einzugehen, bei denen Wohlfeilheit r Anschaffung und Bequemlichkeit des Gebrauchs ein vorzüg- hes Augenmerk mit gewesen sind, können doch hier, wo von r Saule in ihrer einfachsten Gestalt die Rede ist, alle wesent- he Momente eines jeden Apparates, auf welche sich sämmt- he, hierbei einen Einfluss äufsernde Abänderungen desselben ückführen lassen, nämlich Zahl der Schichtungen, Gröfse der rfläche der einzelnen Schichtungen und Beschaffenheit des chten Leiters in Betracht gezogen werden. Es kommt bei stimmung dieses Einflusses so wie überhaupt desjenigen aller igen Umstände vorzüglich auf die Anwendung eines beque- n und genauen Instruments an, um die Menge des entbunde- n Gases innerhalb einer gegebenen Zeit und die kleinsten Un- schiede hierin mit der erforderlichen Schärfe bestimmen zu

können. Schon die oben (Nr. 80) beschriebenen Vorrichtungen Simon's und Erdmann's können dazu dienen. Simon hat noch aufserdem einen bequemen Apparat in Vorschlag gebracht[1], wovon das Wesentliche darin besteht, dafs das entwickelte Gas die Flüssigkeit in einer etwa halb damit gefüllten Kugel aus der Stelle treibt und in einer damit verbundenen engen Röhre steigen macht, wo denn die verschiedenen Höhen, die die Flüssigkeit in gleichen Zeiten erreicht, die Mengen des in dieser Zeit entwickelten Gases messen und wenige Minuten für jeden Versuch einen schon sehr auffallenden Ausschlag geben. Marechaux bediente sich einer ähnlichen Vorrichtung[2]. Behrens hat gleichfalls ein solches Instrument beschrieben und *Elektrodymiameter* genannt, das aber bei dem Gebrauche unbequem ist. Bischoff bediente sich eines Apparats, durch welchen nach der Länge der Zeit, die erforderlich war, um eine gleiche Menge Gas zu erhalten, die Wirksamkeit der Volta'schen Säule gemessen wurde, und in der That scheint diese Art der Vorrichtung noch eine gröfsere Genauigkeit zuzulassen, als diejenigen, welche sich der in gleichen Zeiten erhaltenen Menge des Gases als eines solchen Mafses bedienen. Es kam hierbei nur darauf an, die Vorrichtung so zu treffen, dafs sich in jedem Versuche gewiss genau dieselbe Gasquantität entwickelte, und dafs man ein untrügliches Kennzeichen hatte, sobald die constante Gasquantität entwickelt worden war. Dauerte die Gasentwickelung im Durchschnitt eine halbe Stunde, so liefs sich, da vermittelst einer Secundenuhr die Zeit bis auf eine Secunde genau bestimmt werden konnte, bis auf $\frac{1}{1800}$, und selbst bei einer Dauer des Versuchs von nur 5 Minuten doch noch bis auf $\frac{1}{100}$ Gran die auf gleiche Zeiten reducirte Gasmenge messen. Die von ihm gebrauchte Vorrichtung bestand in einer heberförmigen Gasröhre. In das

Fig. 137.

geschmolzene Ende bei c wurde ein Platindraht und zur Seite bei d ein zweiter Platindraht luftdicht eingeschmolzen. Die Röhre wurde mit reinem Wasser ganz angefüllt und die Leitungsdrähte der beiden Pole in den obern Platindraht bei c und in den untern bei d eingehängt. Da nun die Wasserzersetzung nur so lange fortdauern konnte, als die Spitze des ob-

1 G. VIII. 29.

2 Ebend. XI. 123.

3 Eend. XXIII. 17.

…es sich im Wasser befand, so mufste der Proceſs stets auf-
…, wenn der Wasserspiegel bis auf a b herabgesunken war.
…gte man daher diese Gasröhre in allen Versuchen in loth-
…r Richtung, und verhütete man, wenn der Proceſs dem
…en ganz nahe war, irgend eine zufällige Erschütterung,
…ch es geschehen konnte, dafs der durch Adhäsion des
…s an der Spitze des obern Platindrahts sich bildende kleine
…tegel einmal früher, das anderemal später zerfloſs, so
…die sich entwickelnde Gasmenge in allen Versuchen voll-
…n genau dieselbe seyn. Dabei lehrten die Versuche, dafs
…der Augenblick, in welchem die Gasentwicklung aufhörte,
…ser Genauigkeit bestimmbar war, indem dieselbe jedes-
…leichsam in einem Nu aufhörte, wenn jenes Quantum ent-
…war, so dafs man auch nicht um eine halbe Secunde in
…isheit war. Nur wenn bei sehr schwachen Apparaten
…sentwickelung sehr langsam war, und das Gas nur in
…n Bläschen aufstieg, konnte eine Ungewifsheit in Hin-
…f den eigentlichen Zeitpunct derselben statt finden, in-
…wenn der Proceſs auch schon längst aufgehört hatte, doch
…nige Gasbläschen, die an dem untern Drahte hängen ge-
…n waren, in die Höhe stiegen; jedoch war diese Unge-
…it dann von geringerem Belange, weil die ganze Zeit-
…ch viel gröfser war. Dafs bei einer fortgesetzten Reihe
…rsuchen in Rücksicht auf Abänderung des Barometerstan-
…d der Temperatur die nöthigen Correctionen in Betreff
…ltenen Gasvolumens nicht aufser Acht zu lassen sind,
…mm der Erinnerung.

BISCHOFF selbst stellte mit diesem Apparat in verschiede-
…ehungen Versuche an. 1. Was den Einfluſs der *An-
…r Schichtungen* betrifft, von der hier zunächst die Rede
… verglich BISCHOFF die wasserzersetzende Kraft von 4
…n von 51 Plattenpaaren, die er einzeln in jeder Rücksicht
…kommen gleich wie möglich aufbauete, und theils jede
…, theils zu 2 zu 3 und zu 4 mit einander verbunden,
… Als Mittel sehr vieler Versuche erhielt er folgende Zah-
…s die Werthe der wasserzersetzenden Kraft dieser 4 Säulen:

…le von	Säule von	Säule von	Säule von
…lattenpaaren	102	153	203
37	62	83	100

…Differenzen dieser Zahlen sind 25, 21, 17, und die zwei-

ten Differenzen 4, 4. Da nun diese letzteren constant sind, so bildet jene Zahlenreihe eine arithmetische Reihe der zweiten Ordnung und die folgenden Glieder dieser Reihe würden seyn: 100 + 13; 100 + 13 + 9; 100 + 13 + 9 + 5; 100 + 13 + 9 + 5 + 1; 100 + 13 + 9 + 5 + 1 — 3 u. s. w., oder 113; 122; 127; 128; 125; woraus demnach folgen würde, dafs die wasserzersetzende Kraft auf einem gewissen Puncte der Vervielfältigung ihr Maximum erreichen und weiterhin wieder abnehmen müfste, ein Maximum, welches nach diesen Versuchen schon eine Säule von 408 Plattenpaaren an der angegebenen Art erreicht haben würde, so dafs eine Säule von 459 Plattenpaaren (aus 9 jeder Elementarsäulen zusammengesetzt) schon schwach wirken würde. Bischoff hat indefs dieses auffallende Resultat durch Versuche nicht weiter bestätigt, wir werden aber weiter unten Erfahrungen Ritter's mittheilen, welche gleichfalls hierfür zu sprechen scheinen.

Gay-Lüssac und Thénard[1] wollen das Gesetz gefunden haben, dafs das Quantum der Gasentwickelung den Cubikwurzeln aus der Anzahl der Platten ziemlich proportional sey; dieses Gesetz ist aber in offenbarem Widerspruche mit den Resultaten der Versuche Bischoff's, denn berechnet man danach die wasserzersetzende Kraft für obige Säulen, so kommen folgende Zahlen heraus: 37; 47; 53; 59. Dieser auffallende Widerspruch erklärt sich vorzüglich daraus, dafs die von den französischen Physikern angewandten, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten, Trog-Apparate an Wirksamkeit aufserordentlich schnell abnehmen, und eben daher nicht wohl vergleichbare Resultate liefern konnten. Die von H. Davy erhaltenen Resultate weichen von denen der französischen Physiker noch auffallender ab, indem er die Gasmengen in einem zunehmenden Verhältnisse mit der Zahl der Schichtungen, und einem Versuche zufolge nahe zu im quadratischen Verhältnisse der Anzahl derselben fand[2]. Da man diese Abweichungen nicht blofs von zufälligen Umständen, die etwa nicht gehörig beachtet wurden, ableiten kann, so mufs man annehmen, dafs bei verschiedenen Apparaten, wie sie von diesen verschiedenen Beobachtern gebraucht wurden, wo nämlich theils die Gröfse der Oberfläche

1 Recherches physico-chimiques, übers. in G. XXXVIII. 144.
2 G. VIII. 197.

die Beschaffenheit des feuchten Zwischenleiters, theils die Construction des Apparats eine verschiedene war, indem Lussac und Thénard einen Trogapparat, Davy einen apparat und Bischoff eine gewöhnliche Säule anwende- wie auch für verschiedene Beschaffenheit der Gasröhre rer Weite, der Entfernung der Polardrähte von einander, das nach welchem die Zunahme der Wirksamkeit mit der Zahl ttenpaare veränderlich ist, ein verschiedenes seyn möchte. zweite Factor, der auf das Quantum der Wasserzerseze- nen Einfluſs äuſsert, ist die *Gröſse der Oberfläche* der paare. Gay-Lüssac und Thénard nahmen zwei Vol- Batterien von 20 Plattenpaaren, deren Oberfläche sich nder verhielten, wie 1 : 19, 72. Die Zellen ihres Trog- wurden mit einer Flüssigkeit gefüllt, die auf 40 Maſs 1 Maſs Salpetersäure enthielt, die Flüssigkeit des Gas- apparats enthielt auf 3 Maſs Wasser 1 Maſs Säure. Ungeachtet einiger Berücksichtigung des gröſsern Inhalts der Zellen gröſsplattigen Apparats relativ gegen die gröſsere Oberfläche, fanden die Beobachter in einer andern Reihe von Versuchen gefunden hatten, daſs die Wirksamkeit einer Säule unter übri- gleichen Umständen der Menge der Säure proportional ist, mit welcher sie in Wirksamkeit gesetzt wird, so fanden sie, die Menge der Gasentbindung genau der Oberfläche propor- tional sey. Daſs indeſs dieses Verhältniſs nicht als ein ganz allgemein gültiges anzunehmen sey, läſst sich zum voraus er- warten, da es wesentlich darauf ankommt, ob auch die andern Theile, die auf das Quantum der Wasserzersetzung ihren Ein- fluss ausern, in dem richtigen Verhältnisse zu der jedesmaligen Größe der Platten stehen, und ob namentlich das Wasser in der Zelle in seiner Capacität für die Aufnahme der durch die Grö- ſse Oberfläche nachstehenden Action in demselben Maſse sich vermehren lasse, wie diese letztere wächst. In der That haben auch Physiker keine gröſsere Wasserzersetzung durch grofsplatti- ge durch kleinplattige Säulen erhalten, wenn diese ihrer Grö- ße nach in einem gewissen Verhältnisse zu dem Durchmesser der Röhre und ihren übrigen Bestimmungen standen[1]. Reinhold gebrauchte 4 Kupfer-Zinksäulen a, b, c, d, jede von 25 Lagen; die Tuchscheiben waren mit derselben Kochsalzlösung gleich-

[1] Simon bei G. X. 385.

förmig befeuchtet, a hatte 2½ zöllige, b 1 zöllige Platten, c b
stand aus 2½ zölligen Zink- und 1 zölligen Kupferplatten, d a
2½ zölligem Kupfer- und 1 zölligen Zinkplatten. Um über
wasserzersetzende Kraft dieser Säulen, wenn sie einzeln o
durch Verbindung ihrer gleichnamigen Pole in binärer, ternä
und quaternärer Verbindung angewandt wurden, wodurch
zu Säulen von wachsender Gröfse der Oberfläche bei gleichbl
bender Anzahl der Schichtungen wurden, wählte er mehr
mit destillirtem Wasser gefüllte Glasröhren, welche an ih
Golddrähten zusammengehängt wurden. Die Golddrähte im
nern der Röhren brachte er in eine solche Weite von einan
dafs sie so eben Gas zu geben aufhörten. Mit diesem App
prüfte er jede einzelne Säule sowohl, als ihre oben angegeb
Verbindungen, indem durch ihn die Kette geschlossen wu
Nie war ein Unterschied bemerkbar; wo einmal Action erschi
erschien sie immer, wo sie einmal fehlte, fehlte sie allen. G
anders würde der Erfolg ausgefallen seyn, wenn Reinhold
die Entbindungröhre eine besser leitende Flüssigkeit gebr
und überhaupt das Leitungsvermögen der Gasröhre durch
weiterung derselben, Annäherung der Drähte an einander u.
der gröfseren Quantität von E., welche die Vereinigung der S
len geben mufste, angepafst hätte. So fand Davy zwar
dafs zwei Apparate von gleicher Anzahl von Schichtungen
wovon der eine aber aus Platten von nur 5 Z. Durchmesser
stand, der andere aber ein Trogapparat war, dessen Platten
Seite hatten, und die Zellen mit verdünnter Salpetersäure
füllt waren, in reinem Wasser fast gleichviel Gas gaben,
gegen der letztere Apparat in Schwefelsäure, Salpetersäure
verschiedenen Salzauflösungen viel schneller und in grö
Menge Gas entwickelte, als der erstere.

3) Dafs drittens vorzüglich die *Beschaffenheit des fe
ten Zwischenleiters* den gröfsten Einfluſs auf die Wirksa
der Säule in der Wasserzersetzung haben werde, läfst sich
den Resultaten der Versuche mit der einfachen Kette erwa
Die wichtigsten Erfahrungen hierüber verdanken wir H. D
Gay-Lüssac und Thénard nebst van Marum und P
Davy glaubte aus seinen mannigfaltigen Versuchen den Sch
ziehen zu können, dafs die flüssigen Stoffe, welche die un
kommenen Metalle am schnellsten oxydiren, und zugleich
sich entbindenden Wasserstoff condensiren, den galvanis

Batterien die gröfste Energie sowohl in Ansehung der Was-
...ung, als auch in Hervorbringung anderer von ihnen ab-
...r Wirkungen ertheilten. Salpetersäure, Königswasser
...rdirte Salzsäure zeigten sich ihm am wirksamsten, dann
...allauflösungen in Säuren, in denen die Metalle am mei-
...dirt sind, die Salzsäure, Schwefelsäure und die Neu-
...e aus diesen Säuren und aus Salpetersäure; am schwäch-
...kt blofses Wasser[1]. Ein Zellenapparat von 20 Silber-
...platten, dessen Zellen mit concentrirter Schwefelsäure
...) spec. Gewicht gefüllt waren, zeigte so gut wie gar
Wirkung weder in der Gasröhre, noch auf den mensch-
...Körper, einen geringen kaustischen Geschmack ausge-
...; wurde aber ein Tropfen Wasser in jede Zelle ge-
...so zeigte sich sogleich Wasserzersetzung in der Gas-
...Liquider Schwefelstrontian als feuchter Zwischenleiter
Zinksilbersäule von 25 Lagen gab nicht die mindeste
...; kaum waren aber die Seiten der Säule mit ein wenig
...säure befeuchtet, so gab sie so starke Schläge und Was-
...setzung wie eine gewöhnliche Säule. Van Marum und
...fanden bei Zink-Kupfersäulen kalte Salmiakauflösung
...sich wirksam, und sogar 4mal stärker als Kochsalzauflö-
...zu Schmelzung von Eisendrähten. Ja, sie fanden diese
...auflösung sogar wirksamer als verdünnte sowohl wie
...rte Salpetersäure[2], eine sehr auffallende Abweichung
...Davy's Resultaten, die sich aus der Verschiedenheit der
...wandten Apparate erklären läfst, indem in Davy's Versu-
...die Flüssigkeiten rein wirken konnten, während sie in
...Versuchen zur Befeuchtung von Pappscheiben gebraucht
...wurden, welche zersetzend auf die Salpetersäure wirken mufs-
...Ammoniakflüssigkeit fanden sie viel unwirksamer als Sal-
...auflösung; dagegen eine concentrirte Auflösung von Kali
...ordentlich wirksam mit der Zink- und Kupfersäule, und
...wirksamer als schwefelsaures Kali[4]. Gay-Lüssac und
Biard wandten zu ihren Versuchen einen Zellenapparat mit
...-Kupferplatten an. Sie fanden die Wasserzersetzung der

---

[1] G. VIII. 311.
[2] Ebend. VIII. 11.
[3] X. 149.
[4] a. a. O. S. 157.

Stärke der angewandten Salpetersäure ziemlich genau propo
tional von einer Verdünnung der käuflichen Salpetersäure
ihren 79fachen Volumen Wasser bis zu derjenigen mit d
9fachen Volumen; die Wirkung der verdünnten Schwefels
fanden sie durch Auflösung von Kochsalz in derselben in ei
viel höheren Mafse verstärkt, als nach der Wirksamkeit e
Auflösung der gleichen Menge Kochsalz erwartet werden kon
was jedoch nicht unerwartet ist, da die durch die Schwe
säure entbundene Salzsäure hierbei zur Thätigkeit kam[1].

4. Den gröfsten Einfluſs auf das Quantum der Wasser
setzung äufsert endlich die *Gasröhre* selbst nach den mann
faltigen Abänderungen, welche die an ihr in Betrachtung k
menden Verhältnisse zulassen, sowohl an und für sich als
lativ gegen die in Anwendung gebrachten galvanischen App
betrachtet.

a. Das erste Moment ist die *Entfernung der Polardr
von einander*. Im Allgemeinen nimmt die Gasentwickelung
demselben Verhältnisse zu, in welchem die Entfernung
Drähte abnimmt. Dieses fanden schon in den ersten Ver
chen mit der Säule Carlisle und Nicholson,[2], und besti
ten später viele andere Physiker, wie Bucholz[3], Erma
Marechaux[5], Bischoff[6] u. A. Ritter[7] behauptet,
die Gasentwickelung in dem einfachen directen Verhältnisse
beiden Drähte von einander abnehme, und gründet auch
auf eine sinnreiche Methode, das verschiedene Leitungsver
gen der Flüssigkeiten durch das Verhältnifs der nöthigen E
fernungen der Drähte in denselben, wenn in einer damit v
bundenen zweiten Gasröhre eine immer gleiche Gasentbind
statt findet, zu bestimmen. Marechaux[8] erhielt in versch
denen Entfernungen der Drähte von einander bei übrigens
gleichen Umständen und jedesmaliger Anwendung von Br

1 G. XXXVIII. 131.
2 Ebend. VI. 350.
3 Ebend. IX. 440.
4 Ebend. X. 210.
5 Ebend. XI. 125.
6 Kastner's Arch. IV. 63.
7 G. IX. 306.
8 Ebend. XI. 13.

ser-Gasmengen, die durch folgende Zahlen angezeigt

:

fernungen beider Spitzen 8″; 5″; 3″; 1″;
mengen 16; 21; 23; 23.

eht hieraus, dafs es eine gewisse Nähe der Drähte giebt, cher das Quantum der Gasentbindung sein Maximum er- Diese Entfernung wird nach Verschiedenheit der Säu- ebst und den anderweitigen Verschiedenheiten, deren der ungsapparat fähig ist, namentlich ob reines Wasser, oder ren, Säuren u. s. w. versetztes in die Gasröhre gebracht , zwar sehr verschieden ausfallen, aber dieses Maximum esmal dann eintreten, wenn die Drähte einander so nahe t sind, dafs unter den obwaltenden Umständen der Zwi- um der Flüssigkeit zwischen den Drähten eben so voll- leitet, als die Säule selbst, und folglich in jedem Au- ie alles verbraucht wird, was die Säule zuführen kann. Entfernung, bei welcher die Drähte aufhören noch Gas zu hangt gleichfalls von diesen anderweitigen Umständen, ers aber von der Wirksamkeit der Säule ab. Erman[1], zwei Röhren von beträchtlicher Länge, in welche Platin- e reichten, durch eine mit Wasser gefüllte heberförmige verband, erhielt durch eine Säule von 100 Plattenpaaren nd Kupfer noch Gasentbindung an beiden Drähten, ohn- et ihre Enden um 18 Fufs von einander entfernt waren. mehrere Glasröhren in einer Reihe mit einander verbunden, die Gasentbindung in jeder einzelnen Röhre jedesmal schwä- , als sie bei gleicher Entfernung der Drähte ist, wenn diese n für sich allein den schliefsenden Bogen bildete; die ein- n Entfernungen vermindern also gleichsam durch Addition ander das Quantum der Wasserzersetzung, doch ohne s jetzt über das Verhältnifs, in welchem dieses geschieht, er messende Versuche angestellt wären. Bei gleicher Ent- ung der Drähte von einander scheint nach den oben von angeführten Versuchen die Wasserzersetzung zugleich in Verhältnisse abzunehmen, in welchem die Entfernung der- n von den Polardräthen gröfser ist.

b. Die *Beschaffenheit der Drähte selbst* äufsert einen auffallenden Einfluſs auf die Stärke des Processes. Mare-

1 G. VIII. 206.

CHAUX, indem er für den Hydrogenpol stets Messingdraht be behielt, und blofs den Oxygendraht wechselte, erhielt folge Resultate, wo die Grade die Verhältnisse der in gleichen Zei erhaltenen Mengen von Wasserstoffgas anzeigen.

Oxygendraht.	
Gold mit etwas Kupfer versetzt	2
Holzkohle	4
Wasserblei (wahrscheinlich aber Graphit)	7
Ganz feines Silber	10
Messing	9
Stahl	1
Zink	20

Das der Zersetzung unterworfene Wasser war Brunnenwasse

Man sieht hieraus, dafs um so mehr Wasser zersetzt wi je näher die das Oxygen gebenden Drähte in der Spannungsre dem positiven Ende zu liegen, oder je oxydabler sie selbst s Ein gleiches Resultat erhielt auch RITTER, welchem zufol um das Maximum von Zersetzung zu erhalten, der für den Ox genpol bestimmte Draht so oxydirbar, wie möglich, und d für den Hydrogenpol bestimmte Drath so unoxydirbar wie m lich seyn soll [1]. Er fand in seinem ersten Versuchen die G entbindung am stärksten, als er zwei Zinkdrähte, und am schw sten, als er zwei Stücke krystallisirtes Graubraunsteinerz als leiter anwandte. Auch SCHWEIGGER beobachtete den günsti Einfluſs eines mehr oxydirbaren Metalls als Zuleiters vom p tiven Pole aus auf das Quantum der Wasserzersetzung [2].

c. Auch die *relative Gröſse der Oberfläche*, mit welch die Drähte mit dem Wasser in der Entbindungsröhre in Ber rung kommen, äufsert ihren Einfluſs, GAY-LÜSSAC und THÉN liefsen die Platindrähte von den beiden Polen eines Zellen-A parats aus in einen Trichter gehen. Die Flüssigkeit in dem ben bestand aus 1 Mafs starker Salpetersäure und 3 Mafs W ser. Bei einer Länge der Platindrähte von 8 Centimetern betr die Menge 149 Mafs im Mittel, bei 4 Centimetern 156 Mafs. B einer Verkürzung auf 2 Centimeter nahm die Wirkung so merkl ab, dafs das Mittel aus 5 Versuchen nur 65 Mafs betrug.

1 Voigt's Magazin II. 370. Gehl. Journal IV. 622. Das el. Sy stem der Körper S. 171.

2 Gehl. IX. 319.

r der Flüssigkeit im Trichter mehr Säure beigemischt und urch ihr Leitungsvermögen erhöht wurde, betrug die Gas-nge sogar 180 Mafs, sämmtlich in demselben Zeitraume von Minuten. Hierher gehört auch ein interessanter Versuch von SOMMER [1]. Als dieser von zwei ganz übereinstimmenden anischen Apparaten die Endplatten durch oxydirbare Drähte einem Wassergefäfse so verbunden hatte, dafs er das sich wickelnde Gas auffangen konnte, und dafs von den Drähten negativen Pole gleiche Stücke, dagegen von dem einen der ahte des positiven Pols 6 mal so viel als von dem andern getaucht war, so hatten beide nach 20 Stunden gleichviel entwickelt. Dasselbe war auch der Fall, als beide Drähte m positiven Pole gleichweit in das Wasser tauchten, dagegen n dem einen der Drähte des negativen Pols ein 6 mal gröfseres ick als von dem andern, sich unter dem Wasser befand. Man ht also, dafs in dem Verhältnisse, in welchem wenigere Puncte dem Wasser in Berührung kommen, die Intensität, mit cher jeder Punct auf das Wasser wirkt, und dasselbe zersetzt, gleichem Verhältnisse zunimmt. Auch erklärt sich hieraus haupt die so auffallende Gasentwickelung an den Polardräh- verglichen mit derjenigen an den einzelnen Platten der e, an denen doch in dem feuchten Zwischenleiter ganz der- Proceſs, sowohl der Qualität als Quantität nach, statt fin- wo aber in jedem einzelnen Puncte der Proceſs um so schwä- wird, je gröfser die Berührungsfläche des feuchten Leiters den Platten selbst ist.

d. Auch die *Dauer der Anwendung* derselben Drähte äu- ihren Einfluſs nach RITTER's Erfahrungen. Der Gasstrom heint um so schneller (ob auch um so reichlicher, ist nicht ihm bemerkt), je öfter man dieselbe Gasröhre mit denselben kurzer Unterbrechung gebraucht hat, doch verliert sich die- Einfluſs wieder, wenn man mit einer neuen Schliefsung der de durch die Gasröhre lange genug verzieht. Der Einfluſs des esenseyns der Drähte in der Kette zeigt sich aber gerade ent- gesetzt, so wie man beim zweiten Einbringen der Drähte die Kette die Röhre, und damit die Drähte, umkehrt, so der Draht, welcher vorher Hydrogen gab, hernach Oxygen en mufs, welches so weit gehen kann, dafs wenn die Röhre

[1] G. IX. 24.

beim ersten Seyn in der Kette, also in der einen Richtung, Hydrogenstrom nach 8 Secunden gab, beim zweiten Hin bringen, oder bei der entgegengesetzten Richtung der Rö 12 ja 16 Secunden verstreichen, bis die Gasentwickelung fängt.

e. Mancherlei *Beimischungen* zum Wasser haben unabhängig von dem, was sie durch ihre eigene Zersetzung Modification des chemischen Processes beitragen, einen wes lichen Einfluſs auf die Stärke der Wasserzersetzung. Hier haben besonders Gay-Lüssac und Thénard mit dem oben geführten Apparate Versuche angestellt, durch welche sie gleich das richtige Maſs des Leitungsvermögens verschied Flüssigkeiten erhalten zu haben glaubten. Waren verdü Salpetersäure, Schwefel- oder Salzsäure in dem Trichter, entwickelte sich ungefähr 4 mal so viel Gas, als wenn sich was kohlensaurer Kalk enthaltendes Wasser darin befand. W verdünnte Salpetersäure im Trichter 827 Maſstheile Gas gab, gab Natronlauge in einem solchen Verhältnisse verdünnt, sie eine gleiche Menge jener Salpetersäure gerade sättigen kon nur 510 Maſstheile, und salpetersaures Natron, aus jenen b den Flüssigkeiten zusammengesetzt, gab nur 223 Maſsth Als sie eine Auflösung von schwefelsaurem Natron in vers denem Verdünnungszustande in den Trichter brachten, sa sich zwar um so stärkere Gasentwickelung, je concentrirter Lösung war; aber es fand kein genaues Verhältniſs zwisch Concentration und Gasmenge statt [1]. Indeſs wird der Ein einer solchen Beimischung auf das Quantum der Wasserzers zung wesentlich mit durch die jedesmalige Beschaffenheit Volta'schen Apparats selbst bestimmt, und kann nach Versch denheit desselben gerade entgegengesetzte Wirkungen äus Ritter [2] stellt als Resultat seiner Versuche den allgemeinen Sa auf, daſs wenn die Action der Säule, oder was immer für ei elektromotorischen Apparats bei starker Spannung von nicht al derlicher und nicht lange anhaltender Succession sey, schle ter leitende Flüssigkeiten in der Gasröhre bessere Dienste leis als gutleitende, während bei schwacher Spannung, aber reich und lange anhaltender Succession der Action besser leitende Flü

1 G. XXXVIII. 131.

2 Gehl. J. IV. 622.

keiten gröfsere Producte, also ein gröfseres Quantum von
Wasserzersetzung geben. So sey bei einer Säule von vielen
gen, mit Wasser aufgebaut, die Wasserzersetzung eben so
k und fast stärker, wenn sich in der Gasröhre reines Wasser,
wenn sich Salmiakauflösung darin befinde, während bei ei-
Säule von wenigen Lagen, aber mit Salmiak aufgebaut, die
sserzersetzung sehr befördert werde, wenn man in dem Was-
Salmiak auflöse oder ihm eine Säure beimische. Dafs die
, wie die im Wasser aufgelöste Materie, oder die demselben
gemischte Flüssigkeit, in den Zersetzungsprocefs mit eingreift,
Menge des Gases in gewissen Fällen vermehren, in andern
mindern kann, ohne dafs darum der Procefs an und für sich
Lebhaftigkeit verschieden wäre, und dafs man eben darum
der Menge des entwickelten Gases so wenig auf die Stärke
Leitungsvermögens der verschiedenen Flüssigkeiten, die sich
der Gasröhre befinden, als auf die comparative Wirksamkeit
Säule einen Schlufs machen könne, ergab sich schon aus H.
VI's früheren Versuchen [1]. Er fand, dafs nach der Schnel-
eit zu urtheilen, mit welcher sich Gas in verschiedenen Flüs-
eiten, womit die Gasröhre gefüllt war, entwickelte, und
h der Menge desselben Kalilauge besser leitete als Wasser,
es besser als liquides Ammoniak, und dafs die drei Mineral-
en sich als die *schlechtesten* flüssigen Leiter bewiesen.

Noch auffallender sind die Resultate von Förstemann's
suchen, welcher verschiedene Flüssigkeiten nach der Menge
Gases, welches sie in gleicher Zeit unter der Einwirkung ei-
Zinkkupfersäule von 204 Plattenpaaren von etwa 2 Quadrat-
Oberfläche und mit Kochsalzauflösung aufgebauet, in fol-
der Ordnung auf einander folgend fand:

	specif. Gewicht	Gasmenge in gleicher Zeit
Essig	1,024	1,200
Wasser	1,000	1,000
Ammoniak	0,936	0,912
Kalilauge	1,172	0,885
Schwefelsäure	1,848	0,779
Salmiaklösung	1,064	0,722
Kochsalzlösung	1,166	0,549
Salzsäure	1,126	0,529

1 G. VII. 126.

	specif. Gewicht	Gasmenge in gleicher
Salpetersäure	1,236	0,391
Bleizuckerlösung	1,132	0,000

woraus Förstemann den Schluſs zieht, daſs die elektroch sche Wirkung der Säule in den ziemlich concentrirt angew ten Flüssigkeiten sich hauptsächlich auf die Zersetzung d dem Wasser enthaltenen Stoffes beschränke, dagegen gar oder nur in geringem Grade auf das Wasser selbst zers wirke, wozu noch kommt, daſs die aus der Zersetzung des sers resultirenden Bestandtheile in einigen dieser Flüssig wie insbesondere in der Schwefelsäure, in der Bleizucker sung zu anderweitigen chemischen Processen wieder ver werden, und daher nicht gasförmig erscheinen. Ver Förstemann jene Auflösungen von Salzen, die Schwefel u. s. w. mit Wasser, so nahm die Gasentbindung in ihn doch ohne die Gröſse wie in reinem Wasser zu erreichen, rend die Verdünnung mit Wasser auf die Essigsäure un Ammoniak einen entgegengesetzten Einfluſs äuſserte, wor dem letzteren, das doch auch zu den Flüssigkeiten gehört weniger Gas als reines Wasser gaben, der Grund darin chen seyn möchte, daſs der chemische Proceſs in demselb andere Form angenommen hatte, indem etwa das Am selbst nicht mehr zersetzt werden konnte.

Daſs auf die relative Stärke der Gasentwickelung schiedenen Flüssigkeiten auch die Beschaffenheit des g schen Apparates selbst einen bedeutenden Einfluſs äuſsere, let auſser aus den oben angeführten Versuchen Gay-Lüss Thénard's auch aus denen von H. Davy, welcher mit äuſserst kräftigen Trog-Apparate bei Anwendung von K stücken als Zuleiter mehr Gas aus der Schwefelsäure als Wasser erhielt [1].

f. Auch die *Weite der Entbindungsröhre* äuſsert Einfluſs. In sehr engen Röhren findet nach Charles S ster gar keine merkliche Wasserzersetzung statt [2]. Nach nen eigenen Versuchen hat jeder galvanische Apparat ein angemessene Weite der Gasröhre, bei welcher er das Ma von Wasserzersetzung giebt, und zwar kann die Röhre

1 G. XII. 357.

2 Ebend. XXIII. 271.

erhältnisse weiter genommen werden, in welchem die Zahl er Schichtungen die Gröfse der Oberfläche der Platten und die eitungsfähigkeit des feuchten Zwischenleiters zunehmen.

5. Auch die *Dauer der Zeit*, während welcher eine Volsche Säule gewirkt hat, äufsert einen beträchtlichen Einfluſs f die Menge des sich entwickelnden Gases. Dieser Einfluſs ſsert sich indeſs auf eine sehr verschiedene Weise nach Verniedenheit der Volta'schen Apparate, wovon noch unter dem tikel: *Säule, Volta'sche*, näher die Rede seyn wird. Für e gewöhnliche Säule aus kleineren (von etwa zwei Quadratl) Zink- und Kupferscheiben, deren Tuchscheiben mit Kochlösungen getränkt waren, fand Bischoff [1] die tägliche Abme einige Tage nach ihrer Aufbauung etwa ½ der ursprünghen Stärke, nach der Menge des Gases bestimmt, innerhalb Stunden.

6. Merkwürdig, und noch nicht vollkommen erklärt sind jenigen *Schwankungen* solcher Säulen in ihrer Wirksamkeit, lche vielleicht mit atmosphärischen Veränderungen zusamnhängen. Daſs Veränderungen der Lufttemperatur, auch um einige Grade, von Einfluſs seyn können, fand unter ern Bischoff, und zwar stieg die Wasser zersetzende Kraft amal mit Erhöhung der Temperatur und fiel mit Erniedrig derselben [2]. Aber auch bei gleichbleibender Lufttempe- r fand Bischoff in einem Falle eine sehr auffallende Verhung der Wirksamkeit, da ein Gewitter in der Nähe vorbeiſ und am folgenden Tag wirkte die Säule viel schwächer, wenn sie sich den Abend vorher erschöpft hätte [3].

7. Ein merkwürdiges Resultat aus Bischoff's und andeVersuchen ist, daſs es keinen merklichen Einfluſs auf die nge der Gasentwickelung hat, ob die Säule vollkommen iso- ist und die Verbindung der beiden Pole bloſs durch die Gasindungsröhre geschieht, oder ob der eine oder andere Pol leich ableitend berührt werden. Ja selbst eine Ableitung beiPole hat keine merkliche Verminderung zur Folge. Bischoff e zwei Säulen so neben einander errichtet, daſs, indem die ren oder oberen Enden mit einander durch einen Metall-

1 Kastner's Archiv IV. 60.
2 Ebend. 38. 39.
3 a. a. O. S. 50.

streifen verbunden wurden, eine einzelne zweischenkliche Säu
dadurch entstand, deren beide Pole in dem ersten Falle un
oben, in dem zweiten nach unten sich befanden. Ohngeach
nun wegen der unvollkommenen Isolirung der untern End
in diesem zweiten Falle die Pole selbst keine Spur einer freien
Spannung zeigten, während in dem ersten Falle die volle Int
sität der Spannung da war, so war doch die Gasentwickel
gleich stark, ob die Gasröhre zwischen den beiden untern P
len die Verbindung machte, oder ob sie zwischen den bei
obern Polen eingehängt war.

8. Endlich verdient noch bemerkt zu werden, dafs in h
metisch verschlossenen Gasröhren, in welchen das entbun
Gas nicht entweichen kann, wenn man z. B. die Röhre un
Golddrähte zuschmilzt, zwar eine ganz kurze Zeit einige G
entbindung statt findet, die aber sehr bald aufhört, wenn
entwickelte Gas einen Druck auf die Flüssigkeit ausübt[1]. W
Voigt unter dem Drucke von 8 Atmosphären noch Gasent
dung beobachtet haben will, so lag hier wohl ein Irrthum in
Beobachtung zum Grunde[2].

85. Beinahe in allen Fällen der Wasserzersetzung d
Polardrähte zeigen sich zugleich mehr oder weniger auffall
Spuren von Säurebildung am positiven und von Alkalibil
am negativen Pole; sie sind gleich vom Anfange an b
worden, und haben eine grofse Reihe von Versuchen veran
theils um die wahre Natur der Säuren und des Alkalis au
mitteln, theils auch die Entstehungsweise dieser Substa
aufzuklären. Leitet man nämlich die beiden Polard
in Wasser, das durch ein vegetabilisches Pigment, wel
durch Säuren und Alkalien verschiedene Farbenveränderu
erleiden kann, gefärbt ist, so zeigen sich an den beiden Drähte
entsprechenden Farbenveränderungen. War z. B. das Wa
durch Braunkohlentinctur blau gefärbt, so verändert bei der
schlossenen Säule der positive Polardraht diese Farbe gleich
ner Säure in Roth, und der negative Polardraht sie eben so
Alkali in Grün. Diese Farbenveränderung läfst sich besonder
fallend in einer winkelförmig gebogenen Glasröhre, welche
einem Braunkohlaufguſs gefüllt ist, in deren einen Schenk

1 Simon in G. X. 297. 298.

2 Dessen neuestes Magazin II. 555.

, in den andern der negative Polardraht hineinreichen, dar- Wechselt man, nachdem in beiden Schenkeln die ver- ten Färbungen eingetreten sind, die Drähte, so nimmt röthete Flüssigkeit bald ihre ursprüngliche blaue Farbe an, und wird dann grün, und die grüne Flüssigkeit geht die ursprüngliche blaue Farbe in die rothe über. Gleich n ersten Versuchen über die Wasserzersetzung wurden e Beobachtungen gemacht durch CARLISLE[1], welcher die ustinctur am positiven Drahte stark roth gefärbt fand, wäh- e am negativen ihre ursprünglich etwas ins Purpur spie- Farbe in Dunkelblau veränderte; durch CRUICKSHANK[2] lls an der Lackmustinctur, an dem Fernambukaufgufs, nders bei Anwendung von Gold- und Platindrähten um gativen Draht eine so dunkle Purpurfarbe erhielt, wie e durch Ammoniak gefärbt wäre, an dem positiven Drahte farbe fast gänzlich verlor; durch BÖCKMANN[3], durch NIS am Veilchensafte, welcher am positiven Platindrahte n negativen grün wurde[4]; durch ERMAN[5], REINHOLD[6] n. Dafs diese Farbenveränderung nicht etwa von einer ng der aus dem Wasser entbundenen Bestandtheile auf gente, sondern von der Bildung einer wirklichen Säure ies Alkalis abhängen, beweist der Umstand, dafs wenn as blofse Wasser in einer winkelförmigen Röhre der Ein- g der Polardrähte aussetzt, die zu den einzelnen Portio- hungefügten Pflanzenpigmente dieselbe Veränderung er- Diese Säure wurde gleich vom Anfange an als Salpe- und das Alkali als Ammoniak erkannt von CRUICKSHANK, NISI, PFAFF, REINHOLD, welcher die Bildung der Salpeter- eines Alkalis auch bei der Einwirkung der Säule auf frisch und dadurch geschmolzenen Schnee beobachtete. Si- rlich, als er nach der oben angeführten Weise zwei Röh- rch einen Streifen mageres Rindfleisch verband, am po-

1. VI. 310
2. Bd. 363.
3. Bd. VII. 94.
4. Bd. IX. 28.
5. Bd. X. 15.
6. Bd. 458. Anm.
7. Bd. VII. 510.

sitiven Drahte deutliche Spuren von Salzsäure, doch mit et
Salpetersäure gemischt, am negativen Drahte von Ammoniak
dagegen wollte er bei wiederholtem Galvanisiren des rei
Wassers mit reinen Gold- oder Platindrähten weder eine S
von Säure noch von Laugensalz erhalten haben; war aber
eine Spur von animalischer oder vegetabilischer Substan
Wasser befindlich, so blieb die Säureerzeugung nie aus.
kleiner Tropfen der Auflösung des Gummi arabicum, e
Zucker; ein Stückchen Fleisch waren dazu schon hinreich
Bei Anwendung von Silberdrähten war dagegen auch im r
sten Wasser die Säureerzeugung sehr auffallend, und das S
löste sich auf, welches Simon von der Verwandtschaft de
beroxyds zur Salpetersäure, die hierbei als eine disponi
wirke, herleitet[2]. Desormes[3] erhielt auch bei Anwendung
reinsten destillirten Wassers vielmehr neben dem Amm
deutliche Spuren von Salzsäure. Die Versuche von Bucn
mit einem negativen Resultate erklären sich daraus, dafs
der Prüfung des Wassers nicht die höchste Sorgfalt anwe
Später wurde von einem Italiener Pacchiani[5] mit grofsem
men als eine wichtige Entdeckung verkündigt, dafs durch
Einwirkung des galv. Fluidums auf das Wasser gleich
Salzsäure und Natron gebildet würden, und zwar erstere a
sitiven Pole durch Desoxydation des Wassers, letzteres a
gativen Pole durch Dehydrogenisation desselben, so dafs
säure, oxydirte Salzsäure und Wasser nur verschiedene O
tionsstoffen des Wasserstoffs in der angegebenen Ordnung
das durch Hyperoxydation sich gar in ein Laugensalz (N
verwandle. Diese so pomphaft angekündigte Entdeckung
auch bis auf einen gewissen Grad von Brugnatelli[6], Na
und Veau-de Launay[7], so wie von Monza[8] und Sylvi

1 G. VIII. 87.
2 Ebend. IX. 386.
3 Ebend. IX. 28.
4 Ebend. 482.
5 Ebend. XXI. 108. 113. XXII. 211. ff. auch Gehl. J. V.
6 G. XXIII. 191.
7 Ebend. 465. und XXIV. 391.
8 Ebend. 394.
9 Ebend. XXV. 107.

stätigt. Namentlich wollte Brugnatelli bei Anwendung des
isten destillirten Wassers und bei Ausschliefsung aller anima-
chen und vegetabilischen Substanzen mit Golddrähten, Eisen-
ihten und Graubraunsteinerz als Leitern des positiven Pols
tliche Spuren von Salzsäure erhalten haben, während ihm
ihte von reinem Silber, Kupfer, und Antimon keine Spur
n Säure, aber deutliche Anzeigen von Ammoniak, selbst in
n positiv galvanisirten Wasser gaben. In diesen Versuchen
ren die Drähte in zwei verschiedene Röhren gesteckt, die
en mit einer Membran verschlossen und in ein Glas mit Was-
gestellt waren. Bei Anwendung von Zinn- und Zinkstrei-
, in beiden Röhren, bildete sich in der Röhre des negativen
ifs sehr bald Alkali, das Wasser der positiven Röhre zeigte
r erst nach 12 Stunden schwache alkalische Reaction. Tauchten
le Streifen in dasselbe Wasser, so wurde es stark alkalisch.
sieht, dafs in allen Fällen, wo Metalle angewandt wurden,
eine starke Anziehung zum Sauerstoff äufsern und ihn fixi-
, sich keine Salpetersäure mit dem Stickstoff der im Wasser
ltenen atmosphärischen Luft bilden konnte, während die
ildung nicht gehindert war, indem letzteres sich später
ler Abnahme der el. Einwirkung durch chemische Anzie-
; auch in die andere Röhre hinüberziehen konnte. Beim
anisiren von essigsaurem Blei, salpetersaurem Silber, und
etersäure erhielt Brugnatelli keine Spur von Salzsäure.

Schon die früheren Versuche, insbesondere diejenigen von
on, konnten Aufschlufs über die Quelle der Salzsäure in Pac-
ni's und Brugnatelli's Versuchen geben, indem in den
tzungsversuchen des ersteren das Wasser stets mit animali-
n und vegetabilischen Substanzen in Berührung gewesen war;
Quelle und der Irrthum Pacchiani's, sofern er Salzsäure und
on von einer Zersetzung des Wassers selbst herleitete, wurden
noch ferner durch neue Versuche von Riffault [1], Erman [2],
und Thénard [3], Ritter [4] und Pfaff [5] ins Licht ge-
. Endlich bewies Davy in seiner classischen Abhandlung

---

1 G. XXII. 202.
2 Ebend. 220. und in Gehl. N. J. V. 244.
3 G. XXII. 496.
4 Gehl. J. d. Ch. u. Ph. I. 36.
5 Ebend. S. 502. u. 703.

über die chemischen Wirkungen der galvanischen E. [6] mit al
Strenge, dafs *Salzsäure und Natron nie anders erscheinen, a*
wenn sie schon gebildet in den Stoffen oder Gefäfsen, de
man sich zur Wasserzersetzung bedient, voraus existi
Setzte er reines Wasser der Einwirkung der Polardrähte v
Platin oder Gold in Gefäfsen von Gold oder Agath aus, d
durch einen Streifen genäfsten Amianths verbunden waren,
entstand weder Salzsäure noch Natron, er erhielt aber an
+ Pole salpetrige Säure und am negativen Pole ein wenig
moniak. Diese beiden Substanzen bilden sich, wie auch
den oben angeführten Physikern, die ihre Bildung erkannt
ten, richtig bestimmt ward, auf Kosten des Stickstoffs d
dem Wasser enthaltenen atmosphärischen Luft; denn wenn
der ganze Apparat in einer Atmosphäre von Wasserstoffg
fand und das in den Versuch gebrachte Wasser so vollko
wie möglich ausgekocht war, so erschien keine von beiden
stanzen. Davy fand bei Gelegenheit seiner Versuche, d
der Substanz der angewandten Gefäfse selbst die Quelle
ner solchen scheinbaren Entstehung von Säure und Lau
liegen könne, obgleich die Substanz der Gefäfse vom W
nicht angegriffen wird, wenn energisch wirkende Vol
Apparate angewandt werden. So scheidet sich aus gläsern
Wasser gefüllten Gefäfsen, wenn die Pole der Säule hi
leitet werden, das Alkali des Glases am — Pole aus; car
Marmor, Thonschiefer, Serpentin, Zeolith u. a. Steine
Natron, Lepidolith Kali, glasige Lava vom Aetna Kali,
und Kalk, wenn entweder aus diesen Stoffen Gefäfse
und mit Wasser gefüllt, oder derbe Stücke von ihnen in
lichen Gefäfsen in Berührung mit Wasser der Wirkung de
ausgesetzt wurden. Aus dem Basalte erhielt Davy au
Weise einerseits Salzsäure, andererseits Natron, als er
Löcher in denselben gebohrt, diese mit reinem destillirte
ser gefüllt und die Verbindung durch einen Amianthstrei
macht, und durch Platindrähte die Pole seiner Batterie
Wasser hineingeleitet hatte.

86. Die Wirksamkeit der Volta'schen Säule wird du
umgebende Medium mit bestimmt, auf welches sie selb

---

1 G. XXVIII. 2. u. Gehl. J. d. Ch. u. Ph. V. 2.

eits eine Rückwirkung ausübt. HALDANE [1] machte zuerst die eobachtung, dafs eine Zink-Silbersäule von 40 Schichtungen, eren Pappscheiben mit blofsem Wasser getränkt waren, unter m Recipienten der Luftpumpe, nachdem das Barometer bis f ½ Z. herabgesunken war, keine Wasserzersetzung mittelst pferner Drähte mehr gab, die aber sogleich wieder eintrat, nn man Luft zuliefs. HALDANE brachte ferner 3 Säulen, aus 40 silbernen Kronenthalern, eben so viel Zinkplatten mit reinem Wasser genäfsten Scheiben bestehend unter drei glocken, die erste mit atmosphärischer Luft, die zweite mit erstoffgas, und die dritte mit Stickgas gefüllt, an den Enden Säulen safsen Messingdrähte, mit denen Kupferdrähte ver- den waren, die durch das Sperrwasser der Glocken in die ntbindungsröhre gingen. Die Säule unter der mit atmos- rischer Luft gefüllten Glocke gab Oxyd und Gas, doch nicht lcher Menge wie beim Zutritte der freien Luft; die Säule auerstoffgase, gab das meiste Gas und Oxd, die Säule im kgase gab dagegen weder Gas noch Oxyd, und blieb ohne merkliche Wirkung. Nach 24 Stunden wurden die Drähte uert, sie gaben aber jetzt keine merkliche Wirkung, das sser in den Glocken war angestiegen, zum Beweise, dafs bsorption statt gefunden hatte.

H. DAVY [2] stellte noch genauere Versuche in dieser Hin- t an. Er bediente sich in seinen Versuchen horizontaler len, denen man mit einem Harzkitte an zwei oder drei Stel- längs den Seiten, ohne dadurch die freie Communication Luft zu unterbrechen, die gehörige Festigkeit gab, damit schief gestellt nicht aus einander fielen. Da er sich durch äufige Versuche überzeugt hatte, dafs eine in Wasser ge- chte Säule in der atmosphärischen Luft, sobald man sie her- zieht, ohne abgetrocknet zu werden, wiewohl schwächer als or wirkt, und wiederholtes Eintauchen dann ihre Wirkung t weiter vermindert, so brachte er stets Säulen, die in künst- en Gasarten wirken sollten, durch Wasser, welches das Gas rte, in den damit gefüllten Recipienten. Mit den Enden der den waren Drähte verbunden, die in eine kleine Röhre voll de- ten Wassers gingen, und die er von aufsen mit Wachs be-

---

1 G. VII. 192. 198.
2 Ebend. VIII. 1.

kleidet hatte. Eine kleine Säule aus Zink, Silber und Pa
scheiben, welche letztere mit Wasser, das eben gekocht hat
angefeuchtet waren, wurde unter Wasser gesetzt, das eben ge
kocht hatte und noch warm war. Um es es vor der Berühru
mit der atmosphärischen Luft zu sichern, wurde ein harzig
Kitt über das Wasser verbreitet, und an das Glas, nachdem
sich etwas abgekühlt hatte, befestigt. Nach 2 Tagen wurde
Säule aus dem Wasser genommen. Kaum waren die Zinkp
ten etwas angegriffen. Im Wasser der mit der Säule verbu
nen Röhre hatte sich kein Oxyd abgesetzt und kein Gas entw
kelt. Eine gleiche Säule unter Wasser, welches mit der at
sphärischen Luft in Berührung war, hatte etwas Gas entbun
und viel weifses Oxyd abgesetzt. Auch waren die Zinkpla
an der äufsern und innern Seite weifs geworden. Achnli
Säulen in reinem Wasserstoffgas, Stickgas, oxydirtem Stick
und Kohlenstoffwasserstoffgas zeigten das Zink nicht stärker o
dirt als in dem ersten Versuche. Wurde die Säule durch
Sperrwasser in eine dieser Gasarten gebracht, so hörte sie n
5—6 Minuten auf in ihrer Röhre Gas zu entbinden, indem (
Davy erklärend hinzufügt) während dieser Zeit sich die at
sphärische Luft verzehrte, die in dem Wasser zwischen
Platten aufgelöst war. Frisches Gas von gleicher Beschaf
zugelassen, ertheilte der Säule ihre Wirksamkeit nicht w
Tauchte man aber die Säule in Wasser, welches mit atmo
rischer Luft geschwängert war, so stellte sich augenblic
wieder Gasentbindung in der Röhre ein. Zahlreiche Ver
belehrten Davy, dafs wenn die Luftverdünnung so weit g
ben ward, dafs die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Z. s
alle Wirkung der galvanischen Säule aufhörte, auch wen
Gasröhre sich aufserhalb des Recipienten befand. D
Grund hiervon in der Fortschaffung alles adhärirenden S
stoffs im Wasser durch Auspumpen der in demselben enth
nen atmosphärischen Luft und der darum nicht weiter mög
Oxydation des Zinks, welcher durch ganz reines Wasser
oxydirt werden kann, liege, schien daraus hervorzugehen, dafs
Säule deren feuchter Leiter Salpetersäure oder verdünnte Sch
felsäure war, in jenem luftverdünnten Raume noch wirksam
Dieser Versuch wurde mit einem Trogapparate von 12 Pla
paaren angestellt, welcher mit Wasser befeuchtet war, zu wel
in dem einen Falle ein Tropfen Salpetersäure in jede Zelle, in

ein Tropfen verdünnte Schwefelsäure gebracht worden war. letztere Batterieen konnte die Wasserzersetzung eine Stunde unterhalten werden. Doch war die Oxydation an mit dem + Pole verbundenen Silberdrahte geringer, als sphärischer Luft. In einer späteren Abhandlung [1] äu- ich jedoch DAVY weniger kategorisch über die Nothwen- des dem Wasser adhärirenden Sauerstoffgases zur Wirk- der Säule, wenn er sich so ausdrückt. „Ich habe selbst zu glauben, dafs reines Wasser, d. i. solches, welches Luft noch feste Bestandtheile enthält, in dieser Batterie" (Trogapparat aus zwanzig 4eckigen Platten von Zink und von 13″ Seite) „gar keine Wirkung hervorbringen wür- wohl ich dieses nicht geradehin durch einen directen darthun konnte." Dagegen wollte er wiederholt gefun- ben, dafs eine Säule aus 36 Platten Z. K. von 5 Z. Seite einem Wasser geschichtet im Stickgas und Wasserstoffgas Wirksamkeit in ungefähr 2 Tagen verlor, sie darauf in at- mischer Luft wieder erhielt, und im Sauerstoffgase eine größere Intensität zeigte. In atmosphärischer Luft wirkte Kalisilbersäule, deren Pappscheiben mit Wasser getränkt 1, 2 Tage lang, bis der Sauerstoff dieser Luft fast ganz ver- war. Eine von Salpetergas umgebene Säule zersetzte das langsamer als in atmosphärischer Luft. In gleichem Ver- mit der Wasserzersetzung stand die Oxydation des Zinks. Eintauchen in mit oxydirtem Stickgas geschwängertes Was- stellt eine Säule, die ihre Wirksamkeit in mephitischen verloren hatte, dieselbe nicht wieder, dagegen vollkom- wenn sie in verdünnte Salzsäure getaucht wurde, und so- stärkt durch augenblickliches Eintauchen in verdünnte säure, behielt sie aber nur eine kurze Zeit. Unter Ter- rest, der die atmosphärische Luft begierig verschluckt und Scheiben zuführen kann, bleibt die Säule lange Zeit hin- und fast eben so stark, als in atmosphärischer Luft, wirk- Auch BÖCKMANN [2] fand, dafs die Gaszersetzung durch Zink-Silber-Säule, deren Tuchscheiben blofs mit Wasser ist waren, im Stickgase und Wasserstoffgase nach kurzer merklich abnahm, doch ohne ganz aufzuhören, während

[1] G. XII. 354.
[2] Ebend. XI. 189.

sie im Sauerstoffgase verstärkt wurde; zugleich beobachtete er die Absorption des Sauerstoffs. Van Marum und Pfaff[1] fanden im luftverdünnten Raume, wo die Barometerprobe nur auf 5 Lin. stand, eine Zink-Kupfer-Säule von 60 Schichtungen, deren Pappscheiben mit Salmiakauflösung getränkt waren, in keiner ihrer Wirkungen, namentlich auch nicht in der Wasserzersetzung geschwächt; auch nachdem sie eine Stunde sich darin befunden hatte. Sie zeigte gleichfalls unverändert ihre ursprüngliche Spannung. Als darauf Kohlenwasserstoffgas in den leeren Raum gelassen wurde, zeigte sich die Säule immer noch unverändert in ihrer Wirkung, eben so wie im Stickgase. Im Sauerstoffgase waren die Erschütterungen viel stärker und die Funken in demselben hervorgelockt gröfser und lebhafter, und als demnächst der luftverdünnte Raum wieder hergestellt wurde, schien die Wirksamkeit der Säule in demselben bedeutend geschwächt, und eine Wiederholung dieses Versuches durch neues Zulassen von Sauerstoffgas und abermaliges Auspumpen zeigte denselben Erfolg. Der scheinbare Widerspruch zwischen diesen und Deiman's Versuchen ist zum Theil daraus erklärlich, dafs dieser reines Wasser, jener Salmiakauflösung als feuchten Zwischenleiter gebrauchten. Biot und Fr. Cuvier beobachteten gleichfalls die beinahe vollständige Absorption des Sauerstoffgases der Luft während 17 Stunden durch eine Zinkkupfersäule, deren feuchter Zwischenleiter Alaunauflösung war. Nachdem fast aller Sauerstoff verschwunden war, hatte die Säule ihre Wirksamkeit, namentlich der Wasserzersetzung gänzlich verloren, welche aber, so wie die Kraft Schläge zu ertheilen, stufenweise bis zur gänzlichen Wiederherstellung wiederkehrte, als sie Sauerstoffgas unter die Glocke liefsen[2]. Biot fand ferner, dafs eine nicht geschlossene Säule zwar auch den Sauerstoff der Luft absorbirt, aber bei weitem langsamer als eine durch einen Metalldraht geschlossene Säule. Indefs fanden Biot und Cuvier gleichfalls wie van Marum, dafs in einem luftverdünnten Raume, wo die Barometerprobe nur noch 3 Lin. hoch stand, die Wirksamkeit einer Zink-Kupfer-Säule in der Wasserzersetzung und Ertheilung von Schlägen sich nicht vermindert hatte, aber der feuch-

1 G. X. 160.

2 Ebend. 163.

ie war auch in diesem Falle nicht reines Wasser, sondern auflösung.

La Grave[1] stellte Versuche über den Einfluſs verschiedener ken, in welche die Säule untergetaucht wurde, auf die Menge Gases an, welches sich um die einzelnen Plattenpaare ent- ickte, doch ohne die nöthige Genauigkeit dabei anzuwenden. Allgemeinen ergab sich, daſs das Gas (Wasserstoffgas) in Verhältnisse reichlicher entbunden wurde, in welchem die igkeit, als Zwischenleiter gebraucht, die Wirksamkeit der verstärkt haben würde. Am reichlichsten war die Gas- dung beim Untertauchen in Essigsäure, und dann abneh- in folgender Ordnung: Salpeterauflösung, Weinsteinauf- g, Kochsalzlösung, Lösungen von Sauerkleesalz, schwe- em Kali, Wasser. In den Flüssigkeiten, in welchen die ung am stärksten war, nahm sie erst am 10ten oder 12ten ab, in den andern schon am 3ten oder 4ten. Im Wein- schien die Säule fast gar nicht zu wirken. Lavendelöl und genspiritus gaben keine Wirkung.

67. Die Wirksamkeit der Volta'schen Säule schränkt sich nicht blofs auf die Zersetzung des Wassers ein, sondern Materien, welche im Wasser aufgelöst oder auch nur hin- ich durch dasselbe befeuchtet sind, um dem el. Strome der eine gute Leitung zu gewähren, sind einer ähnlichen Zer- g unterworfen, und was in dieser Hinsicht schon als Wir- der einfachen Kette oben näher in Betracht gezogen wur- wiederholt sich hier nur in einem nach Maſsgabe der Wirk- des Apparats verstärkten Grade. Wenn diese Zerseze- n in ähnlichen Apparaten, wie die des Wassers vorgenom- werden, in welche von beiden Polen aus sich Metalldrähte cken, so spielt der positive Polardraht hierbei die Rolle positiven Metalls, der negative Polardraht die des negativen einfachen Kette, und am positiven Drahte wird der chemi- Proceſs häufig durch den an demselben auftretenden Sauer- , am negativen Polardrahte durch den Wasserstoff modifi- da in allen Fällen eine Wasserzersetzung zugleich mit ein- Die nähere Betrachtung der Resultate der vielen Versuche, über diese anderweitigen chemischen, durch die Polardrähte Säule eingeleiteten, Processe angestellt worden sind, ver-

1 G. XVIII. 348.

schiebe ich auf den Artikel: *Säule, Voltaische*, da die interes
santesten derselben nur durch die kräftigeren Apparate, nam
lich die Zellen- Trog- und Kastenapparate, von denen dort
die Rede seyn kann, zu Stande gebracht werden. Für die Theo
des verstärkten Galvanismus mögen hier nur einige allgemeine R
sultate aufgestellt werden: 1. Es giebt keine einzige, bis jetzt
anderm Wege als zusammengesetzt erkannte und zersetzte Su
stanz, welche nicht auch durch die Einwirkung der Polardr
auf dieselbe unter günstigen Umständen zersetzt worden wä
2. So wie die Bestandtheile des Wassers durch den galvanisch
Zersetzungsprocefs getrennt und geschieden im Raume, und z
der Sauerstoff am positiven, der Wasserstoff am negativen P
lardrahte auftreten, so gilt dieses auf gleiche Weise rücksi
lich der zwei Bestandtheile, in welche zunächst jeder zus
mengesetzte Körper durch die Einwirkung der Polardrähte z
setzt wird, der eine Bestandtheil sammelt sich an dem positiv
der andere an dem negativen Polardrahte an. 3. In Rücksi
auf dieses geschiedene Auftreten lassen sich alle Körper in ei
grofse Reihe dergestalt ordnen, dafs an dem einen Ende
am meisten positive, an dem andern der am meisten negat
steht, und dafs von je zwei Substanzen dieser Reihe, wel
mit einander einen zusammengesetzten, und durch die zer
zende Kraft der Säule wieder trennbaren, Körper bilden,
jenige Substanz, welche dem negativen Ende näher liegt,
auch jedesmal nach dem positiven Polardrahte hinbegiebt,
an demselben auftritt, die dem positiven Ende der Reihe n
liegende dagegen stets vom negativen Pole angezogen w
An dem negativen Ende der Reihe befindet sich der Sauers
an dem positiven wahrscheinlich das noch nicht dargestellte R
dical des Stickstoffs. Derselbe Bestandtheil, je nachdem er
dem einen oder andern verbunden in den zersetzenden K
gebracht wird, kann daher eben sowohl am positiven als am n
gativen Pole auftreten, wie z. B. wenn Ammoniak der zers
zenden Wirkung der Säule unterworfen wird, von den bei
Bestandtheilen desselben der mehr elektronegative Stickst
Stickgas sich am positiven Pole entbindet, während bei
Zersetzung der Salpetersäure derselbe Stickstoff, welcher rel
gegen den Sauerstoff nunmehro der elektropositive Bestandth
ist, am negativen Polardrahte entbunden wird [1]. 4. Bei d

1 Vgl. auch Berzelius bei G. XXVII. 273.

…ung der Salze in ihre nächsten unmittelbaren Bestandtheile, …d Base, verhält sich die Säure stets als der elektrone… …Bestandtheil, indem er sich um den positiven Polardraht …ammelt, die Base als der elektropositive Bestandtheil. 5. Die …die Zersetzung frei gewordenen Bestandtheile der im Was… …gelösten Substanzen, so wie die Bestandtheile des Was… …selbst, wirken sehr oft auf einander und bestimmen neue …dungen und neue Zersetzungen, welche stets gleichzeitig … Insbesondere werden die Metalloxyde, die entweder für …lein, oder mit Säuren verbunden der Einwirkung der … unterworfen werden, an dem negativen Pole zu Metallen …t, an dem positiven Pole hyperoxydirt; auch werden die …ungen durch die Polardrähte selbst, oder überhaupt die …, welche die E. der Pole leiten, (unter andern auch das …lber) indem sie in den Process mit eingehen, mannig… …odificirt. 6. Alle Umstände, so weit sie die Wasserzer… …begünstigen und das Quantum derselben vermehren, be… …gen auch die anderweitigen chemischen Processe, doch … als beiderlei Arten von Zersetzungen in ihrem sichtlichen …e der Quantität nach gleichen Schritt mit einander halten, … nach verschiedener Concentration der Auflösungen jener …zen, so wie nach ihrer Beschaffenheit und nach der ver…denen Wirksamkeit der Säule die zersetzende Kraft in ei… …heren oder geringeren Grade auf die aufgelöste Substanz … Wasser gerichtet ist. Im Allgemeinen gilt der Satz, …centrirter die Auflösung einer solchen Substanz ist, und …n je mehrere Berührungspuncte sie mit den Polardräh… …mmt, um so eher wird sie zersetzt und um so geringer …en im Allgemeinen das Quantum der Wasserzersetzung; …mmter die Auflösung ist, um so mehr schränkt sich die …ung nur auf das Wasser ein. Es erfordert aber aufserdem …Grad von Verwandtschaft, mit welchem zwei Substanzen …menhängen, einen bestimmten Grad der Wirksamkeit des …us, sowohl was die Quantität als die Intensität der Action …Masse und Geschwindigkeit) betrifft, und daher können …r der gröfsten Verwandtschaft zusammenhängenden Sub… …n nur durch die kräftigsten Apparate zersetzt werden.

§. Eine der merkwürdigsten Thatsachen, welche erst …die Versuche mit der Volta'schen Säule in das hellste Licht …n wurde (wenn gleich auch die Erscheinungen der einfa-

schwache Auflösung von Ammoniak gebracht wurde, zeigte sich bei Anwendung einer Batterie von 150 Platten schon nach 5 Minuten bei der Prüfung mit Lackmuspapier, dafs sich die Säure um den positiven Draht angesammelt hatte, und in einer halben Stunde war der Geschmack des Wassers schon merklich sauer. Kalkwasser, schwache Auflösungen von Kali und Natron, in das Mittelgefäfs, wirkten nicht anders, wie eine schwache Auflösung von Ammoniak, die Schwefelsäure wurde in ihrem Durchgange nicht aufgehalten, mit starken Auflösungen von Kali und Natron erforderte aber das Auftreten der Säure mehr Zeit; selbst mit einer gesättigten Kalilauge zeigte sich nach einer bestimmten Zeitraume die Säure. Unter denselben Umständen waren auch die Salzsäure des salzsauren Natrons und die Salpetersäure des salpetersauren Kalis durch concentrirte alkalische Flüssigkeiten durchgegangen. Eben so gingen auch von der + und der — Seite Kalk, Natron, Kali, Ammoniak oder Talkerde durch Schwefelsäure, Salpetersäure oder Salzsäure, die sich im Mittelgefäfse befanden, und je weniger concentrirt die Säure war, um so leichter schien ihre Ueberführung. Bei der Anwendung einer Säule von 150 Plattenpaaren war das Resultat nach 3 Stunden entschieden. Der Baryt und Strontian gingen eben so leicht, wie die übrigen alkalischen Substanzen, durch die Schwefelsäure und Salpetersäure hindurch, und umgekehrt diese Säuren durch die wässerige Auflösung des Baryts und Strontians. Wurde aber eine Auflösung des schwefelsauren Kalis auf die — Seite, destillirtes Wasser auf die + Seite, und in die Mitte eine gesättigte Auflösung des Baryts, gebracht, so konnte bei Anwendung derselben Säule von 150 Platten erst nach 4 Tagen die Schwefelsäure, aber auch dann nur in sehr geringer Menge in der positiven Röhre wahrgenommen werden, es hatte sich dann weit mehr schwefelsaurer Baryt in dem Mittelgefäfse gebildet. Eben so wurde die Schwefelsäure in ihrem Durchgange durch den Strontian und umgekehrt der Baryt und Strontian in ihrem Uebergange von dem positiven zum negativen Polardrahte durch die Schwefelsäure, die sich im Mittelgefäfse befand, festgehalten. Dieselbe Wirkung äufserte im Mittelgefäfse eine Auflösung eines Barytsalzes gegen die Schwefelsäure, welche vom — zum + Pole, und die Auflösung eines schwefelsauren Salzes gegen Baryt, welcher vom + zum — Pole übergeführt wurde. Salpetersaures Silber hielt auf gleiche Weise die Salzsäure im

Uebergange von einem Gefäfse in das andere, und eben so
alzsaures Salz das Silber auf seinem entgegengesetzten
auf, indem sich ein reichlicher Niederschlag von Horn-
bildete. Von zwei Salzen, wovon das eine im Mittelge-
das andere in der einen oder andern Röhre sich befand,
ch das Alkali des mittleren Salzes stets früher in der ne-
Röhre als das Alkali des in der positiven Röhre befind-
Salzes und die Säure des Salzes in dem Mittelgefäfse frü-
der positiven Röhre als die Säure des Salzes in der ne-
n. Metalloxyde erforderten weit mehr Zeit, um durch die
Auflösung im Mittelgefäfse von der positiven nach der ne-
Röhre übergeführt zu werden als Alkalien und Erden.
Davy eine Auflösung des grünen schwefelsauern Eisens
positive Seite, liquide Salzsäure in die Mitte, und Was-
die negative Seite gebracht hatte, fing nach 10 Stunden
Eisenoxyd an, sich auf dem nassen Amianthe, wel-
Verbindung der negativen Röhre diente, zu zeigen,
3 Tagen hatte es einen beträchtlichen Satz in der Röhre
et. Das schwefelsaure Kupfer, salpetersaures Blei, und
saures Zinn gaben analoge Resultate. Auch die Salze
scher und vegetabilischer Substanzen können auf ähnliche
ersetzt und ihre Bestandtheile durch eine solche Ueber-
von einander geschieden werden. Ein Stück Ochsen-
E. 3 Z. lang und ¼ Z. dick diente als Zwischenleiter
einer mit dem + Pole verbundenen Röhre, welche
Baryt, und der negativen Röhre, welche destillirtes
esthielt. Die ersten Producte der Zersetzung waren Na-
moniak und Kalk. Nach ½ Stunden bemerkte man et-
. In der positiven Röhre befand sich viel oxydirte
re.

Der Zersetzungs- (und zum Theil der neue Verbin-
Procefs, welcher in dem flüssigen Leiter der Gasröhre
det, kommt im Wesentlichen auf eine gleiche Weise in
feuchten Zwischenleiter zwischen je zwei Plattenpaaren
Volta'schen Apparats selbst vor, und nur die eigenthümliche
Form der Zuleiter macht ihn, besonders die Gasentwick-
in der Gasröhre, so viel auffallender. Um den Vorgang in
einzelnen Zwischenleitern zwischen zwei Plattenpaaren ge-
beobachten zu können, ist Volta's sogenannter Becher-
vorzüglich tauglich, mit welchem auch H. Davy gleich

anfangs sehr interessante Versuche in dieser Hinsicht angestellt hat. Die Metalle waren Silber und Zink, von denen in jeden Becher je eine Platte hing, indem die Silberplatte mit der Zinkplatte des angrenzenden Bechers durch einen Kupferdraht verbunden war. Wurde die Schliefsung des Apparats von jeder Seite in einem gleichen Becher, wie die übrigen, durch eine gleiche Zink- und Silberplatte gemacht, so war der Proceſs in allen Bechern ganz gleichmäſsig, das Zink oxydirte sich, und am Silber war keine merkliche Gasentwickelung. Wurden statt der breiten Silberplatten schmale Silberstreifen genommen, so war die Entwickelung von Wasserstoffgas an letzteren sehr merklich. Welches auch die Gestalt der Silberplatten sein mochte, so gaben sie nur Gas, wenn ihre Oberfläche nicht mehr als $\frac{1}{4}$ der Oberfläche des Zinks betrug. Brachte man statt viereckigen längliche Zinkplättchen in die Kette, so schien sie sich schneller zu oxydiren. Ein ähnlicher Becherapparat von 27 Bechern, aus Zinkplatten, an welchen Silberdrähte befestigt waren, gab, wenn derselbe analog in allen Theilen geschlossen war, an allen Drähten, standen sie nicht zu tief unter Wasser, Gas, und die Zinkplatten oxydirten sich langsam. In allen diesen Fällen bedeckten sich die Silberplatten, Streifen und Drähte mit einem weifsen Häutchen, welches ohne Zweifel von einer Zersetzung eines Talksalzes im Brunnenwasser herrührte, da es sich bei Anwendung des destillirten Wassers kaum oder gar nicht zeigte, welches erstere Davy von einer zufälligen Unreinigkeit der Gläser ableitete. Wurde rother Kohlsaft in die Gläser gebracht, so färbte er sich um das Silber herum grünlich, was aus Davy auf Ammoniakbildung schlofs. Eben so verhielten sich Becherapparate aus Zinkplatten und Eisendrähten, in deren Bechern entwickelte sich am letzteren Wasserstoffgas [1].

Schichtet man eine Volta'sche Säule auf die einfachste Weise, wie sie oben beschrieben worden ist, auf, so lassen sich die Producte der Zersetzung des flüssigen Zwischenleiters nicht so rein geschieden von einander darstellen; bei etwas engen Säulen von 100 Plattenpaaren Z K von 2 Quadratzoll Oberfläche und mit Salmiakauflösung getränkten Pappscheiben sieht man die Gasblasen am Rande der Kupferplatten sich entweichen, und wenn man die Säule unter Wasser in ein

1 G. VIII. 150.

er bringt, so sammelt sich allmälig Wasserstoffgas an. Wasserstoff, der am Zinke frei wird, verbindet sich mit dem- und oxydirt es. Die Salze der Auflösung, womit die - oder Pappscheiben getränkt sind, werden auf gleiche wie in der Gasröhre zersetzt, die Säure sammelt sich einen Metalle, die Basis am negativen an, allmälig wird alloxyd von der positiven nach der negativen Seite über- t. und überzieht die an den feuchten Leiter angrenzende che des Metalls mit einer feinen Haut des auf derselben en Metalls. So überzieht sich bei einer Zinkkupfersäule pfer nach einigen Tagen mit einem Zinkblättchen, wenn heiben nicht wegen ihrer zu grofsen Dicke oder ihres ten Gewebes ein zu grofses Hindernifs bilden [1]. Diese irungen finden immer nach demselben Gesetze vom po- zum negativen Metalle statt, ersterer mag in einer senk- Säule unterhalb oder oberhalb des feuchten Leiters sich n. d. h. der + Pol nach oben oder nach unten liegen. ule mit Salmiakauflösung als feuchter Zwischenleiter ver- mehr schnell den Geruch nach Ammoniak, und hat sie rung gewirkt, so ist aller Salmiak zersetzt und das Am- hat sich zum Theil mit dem Kupferoxyde, die Salzsäure Zinnoxyde (das Chlor mit dem Zinke) verbunden. Bei ung von Kochsalz wittert um die Kupferplatten herum s, auch wird bei Anwendung von Tuchscheiben eine Wollseife gebildet. Wie ganz übereinstimmend der e Proceſs in jedem feuchten Zwischenleiter mit demje- der Gasröhre ist, und wie in einer geschlossenen Säule lichen Polen gar nicht mehr die Rede seyn kann, son- Begriff der Polarität sich nur auf die Richtung bezieht, cher die entgegengesetzten Processe hin liegen, ergiebt entscheidendsten daraus, dafs, wenn man statt des ge- lten feuchten Zwischenleiters zwischen je zwei Platten- einen ganz gleichen Apparat, wie die Gasröhre selbst, den Enden der Säule verbunden ist, einführt, eine ganz Wasserzersetzung in diesem Apparate erfolgt. Eine merk- Beobachtung Biot's ist [2], dafs auch die Metalle der wo sie sich unmittelbar berühren, auf einander wirken,

[1] Vgl. Biot bei G. X. 84.
[2] Ebend. X. 84.

das Kupfer wird gleichsam auf das Zink versetzt, es behält d
bei, wenn es dem Zinke adhärirt, allezeit seine metallische G
stalt, bisweilen bildet sich Messing.

90. Einen merkwürdigen Einfluſs auf die chemische W
kung der Volta'schen Säule äufsert die Unterbrechung des feuch
Zwischenleiters durch einen trockenen Erreger nach den m
von Jäger hierüber angestellten Versuchen[1]. Eine gewöhnl
Säule aus 40 Paaren Gold - und Zinkscheiben wurde so ein
daſs jeder feuchte Leiter aus zwei nassen Chartenblättern be
zwischen welchen ein am Rande völlig trockenes Goldstück e
schoben war. Sie besaſs die el. Polarspannung einer Säule a
Lagen Gold und Zink. Als die Pole durch eine Gasröhre gesch
wurden, zeigte sich auch nicht die mindeste Spur von Gasen
lung, die Pole aber äufserten nun, wenn einer von ihnen abl
berührt, und der andere mit dem Condensator verbunden w
eine beträchtlich verminderte el. Spannung. Nahm Jäger s
Chartenblätter befeuchtete reagirende Papiere, so zeigte sich i
Gliedern an der zwischen den beiden Goldstücken befi
Schicht des feuchten Leiters auch nicht die mindeste Färbu
der zwischen dem mittleren Goldstücke und der Zinkplatte be
chen Schicht aber war blofs die Färbung wahrzunehmen,
nach Nr. 40 das Zink allein schon in solchen feuchten reag
Papieren hervorbringt, keinesweges aber jene so leicht zu
nende Sonderung und Concentrirung der alkalischen und der
Färbung, wie sie schon in der einfachen Kette vorkom
verhält sich also eine solche Säule auf gleiche Weise, wi
einfache geschlossene Kette aus Gold und Zink, deren f
Leiter gleichfalls aus zwei Schichten besteht, die durch
Rande trockenes (also die Continuität des feuchten Leiters
haft unterbrechendes) Goldstück von einander getrennt
und es wird gleichsam die durch Wiederholung der El
mit der Zahl derselben verstärkte Thätigkeit durch die in
selben Verhältnisse vermehrte Zahl der Unterbrechungen
wieder aufgehoben. Wurden statt der Goldstücke Zink
interpolirt, so entstand schon bei drei Gliedern in der di
schliefsenden Gasröhre ein deutlicher Luftstrom, welch
der Zahl der Glieder zunahm. Schloſs Jäger die Pole
einen Metalldraht, so zeigten die als feuchte Leiter gebr

1 G. XIII. 432. XXIII. 77.
2 Vgl. Nr. 38.

...den Papiere die den gewöhnlichen wirksamen geschlos-
...ulen eigenthümlichen Färbungen und zwar zwei acide,
...n der Fläche des Zinks der Säule und eine an der von ihm
...adten Fläche des interpolirten Zinks, und zwei alkali-
...ne an der zugewandten Seite des Zinks und eine an der
... des Goldes, den bekannten Gesetzen der Polarisation
...den flüssigen Leiter unterbrechenden festen Erregers gemäfs.
...ingen Metalle, welche man auf diese Art als Zwischen-
...in den feuchten Leiter einlegte, schienen sich in ihrem
...ten, die chemische Wirkung einer solchen Säule zu hem-
...ganz nach der bekannten Spannungsreihe zu ordnen, so
...dem dem Zink am nächsten stehende die geringste Hem-
...mit hat, welche zunimmt, so wie das Metall näher dem
...-Ende steht. Diese Versuche sind bis jetzt nur von DAVY
...in etwas abgeänderten Gestalt wiederholt worden [1]. Bei
...heit der Erzählung seiner Versuche über die Aufhebung
...rung eines einzelnen Plattenpaares, wenn der feuchte
...durch Platin unterbrochen wurde, führt er an, dafs bei
...ung mehrerer Elemente in Form eines Becherapparats
...einzelne in den Kreis eingeführte Bogen von Platin, der
...chten Leiter unterbricht, die Wirkung eines einzelnen
...ars aufhebe, woraus folgen würde, dafs wenn man
...hle, z. B. aus 20 Plattenpaaren, durch eine Reihe von
...ren schlösse, in deren beiden äufsersten Platindrähte
...chten, und die unter einander selbst durch Platindrähte
...chingen, gar keine chemische Wirkung statt finden
... Diesem wiedersprechen indefs geradezu meine Versu-
...e wenn eine solche Unterbrechung von Element zu
...eschieht, äufsert sie diese hemmende Wirkung, so
...e Saule von 20 Plattenpaaren, von welcher 10 feuchte
...af die oben angezeigte Art unterbrochen sind, gleichsam
...ch den Werth und die Wirksamkeit einer Säule von 10
...ungen hat. Ich habe selbst mehrere Versuche mit Silber-
...en angestellt, deren Pappscheiben mit Kochsalzauflösung
...t waren, und zwischen welche bald Zink- bald Silber-
...n, die am Rande völlig trocken waren, eingeschoben
...n. Bei der gewöhnlichen Einrichtung, wenn der feuchte
...leiter nicht unterbrochen war, entwickelten schon drei
...ungen an beiden Platindrähten in der Gasröhre einen,

[1] Philos. Trans. 1826. p. 410.

jedoch schwachen, Strom von Luftbläschen, der von 10 Schi
tungen schon sehr auffallend war. Bei der Interpolation w
Silbermünzen zwischen je zwei Scheiben, in welche ich d
feuchten Zwischenleiter getheilt hatte, wurde die Wirkung
gemein geschwächt, aber dennoch war bei 20 Abwechselun
schon ein Gasstrom wie in dem gewöhnlichen Falle von 3 bi
Schichtungen zu bemerken. Zinkplatten brachten eine kaum m
liche Schwächung der chemischen Wirksamkeit der Säule he

91. Auch in der völlig offenen Säule scheinen chemi
Wirkungen statt zu finden, welche galvanischen Urspr
sind, oder von der Säule als solcher, abhängen. Darüb
besonders Ritter Untersuchungen angestellt[1]. Mit einer
von 100 Platten verband er Röhren mit destillirtem Wa
gefüllt, in welche ein Messingdraht hinein reichte, von 2
25 Platten, indem er das aus der Röhre hervorstehende
des Messingdrahtes zwischen ein Plattenpaar einschob, und
dafs an der Zinkhälfte (der positiven) der vollkommen is
Säule sich der Messingdraht nach 24 Stunden stärker o
hatte, als in der Mitte der Batterie, wo das () hinfällt, w
der Messingdraht sich völlig eben so verhielt, als ein a
gleiche Weise mit einer Röhre vorgerichteter und aufser
Verbindung mit der Batterie befindlicher Messingdraht.
war die Oxydation der Messingdrähte in dem Verhältnis
ker, in welchem sie dem + Pole näher lagen, dagegen
sich an der negativen Hälfte der Messingdraht weniger
als in der Mitte und nahe nach dem — Pole zu ganz u
nicht. Wurde dagegen die Batterie, während die Röh
dem Messingdrahte auf dieselbe Weise mit ihr in Ver
standen, gänzlich durch einen Eisendraht geschlossen, w
sich innerhalb 24 Stunden in allen 5 Röhren auf das gl
migste Oxyd erzeugt, und zwar eben so wie in einer Rö
ganz aufser Verbindung mit der Batterie gewesen war. W
Messingdrahte in diesem Versuche sich äufserte, zeigte d
terie auch in ihrem Innern auf gleiche Weise. In der p
Hälfte einer ganz ungeschlossenen Säule fand Ritter,
sie eine längere Zeit gestanden hatte, die Zinkplatten alle
ker angegriffen, als in der negativen Hälfte, mochten
Pappscheiben mit Wasser, Kochsalz- oder Salmiak
getränkt seyn, und zwar in dem Verhältnisse mehr, in w

1 G. VIII. 468.

ie dem positiven Ende näher lagen; auch zeigte sich eine stär-
ere Zersetzung des Salmiaks in der positiven Hälfte durch den
uffallenden Geruch nach Ammoniak, ja selbst die Kupferplat-
n fand Ritter an der Fläche, wodurch sie mit dem Zinke in
rührung waren, auch wenn das Eindringen von Feuchtig-
it zwischen die Platten auf das sorgfältigste verhütet worden
r, in der positiven Hälfte der Säule in ihrem Ansehen so
ändert, wie, wenn sie auf einem heifsen Ofen liegend, durch
ziehung des Sauerstoffs der Luft sich mit einer dünnen Schicht
n Suboxyd bedecken. Diese Färbung war, nach dem positi-
n Ende am stärksten, nahm nach dem negativen Ende immer
hr ab und fehlte daselbst gänzlich. Wurde die Säule eben
lange geschlossen gehalten, so konnte Ritter keinen Unter-
ied in der Oxydation der Metalle und in der Zersetzung des
chten Zwischenleiters bemerken. Aus allen diesen Beobach-
gen zieht Ritter den Schlufs, dafs in der ungeschlossenen
le eine Tendenz nach stärkerer Oxydation in der positiven
lfte derselben, als in der Mitte, und in der negativen Hälfte
h schwächerer Oxydation oder gänzlicher Aufhebung dersel-
statt finde.

Pohl hat diese Versuche Ritter's wiederholt, will aber,
iner Hinsicht wenigstens, keine mit den angeführten über-
stimmende Resultate erhalten haben [1]. Bei einer Säule von
Paaren Zink und Kupfer, in welcher der + Pol nach unten
, zeigten sich nach 24 Stunden beim Auseinandernehmen die
ten im oberen Theile der Säule im Ganzen etwas stärker an-
iffen, als im untern Theile, also gerade auf eine entgegen-
tzte Weise, als nach Ritter's Behauptung zu erwarten
, indefs war der Fortschritt der Oxydation vom positiven
negativen Pole unregelmässig, und der Unterschied auf beiden
emen überhaupt so geringe, dafs Jemand bei einer oberflächli-
Prüfung in seinem Urtheile sich wohl selbst zur entgegenge-
en Seite neigen konnte. Pohl errichtete darauf eine Säule aus
Paaren Z. K. und Kochsalzauflösung, und zwar so, dafs
is zwei gleichen aber entgegengesetzt geschichteten Schen-
bestand, die auf wohl isolirenden Stativen ruhend an den
n Enden durch einen Kupferstreifen verbunden waren und
obere unverbundene Extreme demnach die beiden End-

1 Der Process der galv. Kette u. s. w. S. 119.

pole der 24 Stunden lang geöffnet stehenden Batterie bildeten Beim Auseinandernehmen derselben war eine im Ganzen allmä lig zunehmende Oxydation der Platten in jedem einzelnen Schen kel von unten nach oben hin sichtbar, also sowohl nach de positiven als nach dem negativen Pole hin zunehmend; verglic man aber die neben einander gelegten Platten beider Schenk so war aufserdem ein Uebergewicht der Oxydation in dem Schen kel, dessen Extrem der negative Pol war, nicht zu verkenne In einem dritten Versuche, wo eine Säule aus 100 Plattenp ren in vier Abtheilungen oder Schenkeln, jeder von 25 Schi tungen errichtet, und die Säule 48 Stunden im ungeschlosse Zustande erhalten wurde, ergab sich eine zwar nur schwa und durch einzelne Anomalien im regelmässigen Fortschritte u und da gestörte, aber dennoch bei näherer Prüfung nicht a verkennende (?) Zunahme der Oxydation vom positiven na dem negativen Pole hin. Eine vollkommene Uebereinstimm mit dem Hauptresultate Ritter's zeigte sich dagegen bei W derholung der Versuche mit den Röhren, in welchen Me drähte in Wasser eintauchten, zwar nicht mit Messingdrä an welchen in gekochtem destillirten Wasser selbst nach m rern Tagen die Oxydation zu schwach war, um Vergleic zuzulassen, aber wohl an Drähten von regulinischem we Eisen, wo sich alle Drähte sowohl auf der positiven als auch der negativen Seite der Säule nach 24 Stunden angegriffen ten, und das Wasser mit rothem Oxyd mehr oder wenig füllt hatten; der Draht in der Mitte der Säule eben so stark ein zur Vergleichung aufser der Batterie niedergelegter D am negativen Pole aber war die Oxydation des Drah schwächsten, am positiven Pole dagegen am stärksten, un Wasser durch das losgerissene Oxyd ganz erfüllt [1]. Ich gleichfalls eine Reihe von Versuchen über die Oxydatio Platten in ungeschlossenen Säulen angestellt, aber mich überzeugt, dafs es fast unmöglich ist, auf diese Weise zu einem sichern Resultate zu gelangen, weil dem, auf jede nur geringen, Uebergewichte der Oxydation, welches a eine oder die andere Seite fällt, Verschiedenheiten in der fläche der Platten, namentlich ihrer Politur, in der Feucht der Papp- oder Tuchscheiben, die man unmöglich ganz gl

1 a. a. O. S. 124.

darstellen kann, in der Art, wie sie an die Metalle an-
n u. s. w. an der einen oder andern Seite in der Art ent-
ken können, daſs gerade ein entgegengesetzter Erfolg
geht. Dagegen habe ich in ungeschlossenen einfachen
stets gefunden, daſs das Kupfer, welches durch Berüh-
mit dem Zinke fortdauernd negativ el. erhalten wurde, sich
ter Zeit schwächer in Kochsalzauflösung oxydirte, und
Oxyd absetzte als das unter sonst ganz gleichen Um-
in einer gleichen Auflösung befindliche Kupfer, und
gleiche Weise Zink, welches durch Berührung mit Ku-
dauernd in einem positiv el. Zustande erhalten wurde,
ker oxydirte, als eine bloſse Zinkplatte unter gleichen
en. Ich löthete zu diesem Behuf in dem einen Falle
stange auf die Kupferplatte und eben so eine Kupfer-
eine Zinkplatte, und verhütete auf das sorgfältigste
egellack jede Berührung der Kochsalzauflösung mit der
eten Stange, damit nicht die Wirkung einer geschlos-
Kette mit ins Spiel kommen möchte. Gleichzeitig befan-
ganz gleiche Zink- und Kupferplatten in einer gleichen
lauge in gleichen isolirten Porcellan-Gefäſsen. Auch
beobachtete eine stärkere Oxydation an einer Zink-
welche mit einer Kupferplatte in ungeschlossener Kette
rung war, durch Kochsalzauflösung, als des bloſsen
unter sonst gleichen Umständen [1], und eine geringere Oxy-
mit Zink in Verbindung stehenden Kupfers, als dieses
allein erlitt [2].

So wie wir schon bei der Schlieſsung der einfachen Kette
fallende Wärme- und Lichterscheinungen kennen gelernt
so kommen nun diese durch die Volta'sche Säule in ei-
gesteigerten Grade zum Vorschein. Die hierher ge-
Phänomene sind die Funken, das Erglühen und Schmel-
Metallen und einigen andern Körpern und die damit ge-
chemischen Erscheinungen auf trockenem Wege ohne
ung des Wassers.

Wenn die entgegengesetzten Extreme einer kräftigen
schen Säule von der oben angegebenen Construction, etwa
Plattenpaaren von 1½ bis 2 Z. Seite mit Kochsalz oder Sal-

[1] G. a. a. O. S. 311. Vers. 10.
[2] Ebend. S. 312. Vers. 16.

miaklösung geschichtet, durch einen Draht verbunden w
den, so zeigt sich, mag nun vom positiven nach dem negati
Pole, oder umgekehrt geschlossen werden, im Augenblicke
Berührung ein deutlicher Funken, welcher jedesmal eintrit
wie man die Berührung abwechselnd aufhebt und wieder
neuert. Dieser Funke ist sowohl seiner Gröfse als seiner F
und den ihn begleitenden anderweitigen Phänomenen nach
verschieden, nach Verschiedenheit der Volta'schen Apparate,
Form und Beschaffenheit der Metalle, womit man schliefst,
es Drähte, Plättchen von diesem oder jenem Metalle u. s
sind. Die Funken zeigen sich, man mag mit einem D
welcher mit dem einen Pole verbunden ist, entweder an de
larplatte, oder an einem damit verbundenen Drahte, schli
und stets am auffallendsten, wenn der Draht fein oder s
spitzt ist. Sie unterscheiden sich von den gewöhnliche
Funken dadurch, dafs sie kreisförmig umhersprühend bei gr
Intensität einer leuchtenden Sonne gleichen. Insbesonder
halten sie sich so bei Anwendung von feinen Stahldrähten.
züglich schön zeigt sich die Erscheinung, wenn man mit
feinen Eisendrahte, welcher von dem einen Pole einer s
Säule ausgeht, die Oberfläche einer kleinen Quantität Qu
ber, in welche ein Draht vom andern Pole taucht, berührt.
Mittelpunct des Funkens ist dann blau, und von hieraus
hen nach allen Seiten rothe Strahlen von ungleicher Länge
unzählbar und von einer Länge von einem und mehreren Z
bei sehr kräftigen Batterien [1]. Es macht keinen Unterschi
der Gestalt der Funken, ob man den mit dem positiven Pol
bundenen Eisendraht mit den Quecksilber, welches mit de
gativen Pole verbunden ist, oder umgekehrt, den mit dem
gativen Pole verbundenen Eisendraht (Nadelspitze, Platin
mit dem am entgegengesetzten Pole befindlichen Quecksilb
Berührung bringt. Van Marum und Pfaff erhielten in b
Fällen bei einer Säule von 110 Plattenpaaren von 5″ Seit
Salmiakauflösung geschichtet strahlende Funken. Mit P
drähten erhielten sie Funken ohne Strahlen [2]. Ritter
er den eisernen Draht des + Pols einer starken Säule vo

1 Van Marum u. Pfaff. in G. X. 141.
2 Ebend.
3 Phys. chem. Abhdlg. III. Bd. S. 266 ff.

lungen in das Quecksilber leitete, und mit dem eisernen
n des — Pols die Kette durch Berührung des Quecksilbers
ger Entfernung von dem + Drahte schlofs, will aufser
Funken jedesmal einen der positiv el. Lichtenberg'schen Fi-
rlichen Stern von schwarzem Quecksiberoxyd entstehen
n haben, schlofs er hingegen mit dem + Drahte, so wur-
ufse; dem vom vorigen etwas abweichenden Funken noch
e, Ringe, runde Flecken und überhaupt rund begrenzte
en auf dem Quecksilberspiegel erzeugt. Bei Säulen von
Plattenpaaren habe ich eine solche Verschiedenheit nicht
chten können. In beiden Fällen zeigten sich, wo der
n zum Vorschein kam, runde schwarze Flecken auf der
che des Quecksilbers. Auch bei den allerkräftigsten Säu-
r die Schlagweite dieser Funken sehr gering. Children [1]
die Schlagweite mit Hülfe eines an den Platinspitzen ange-
ten Mikrometers, die in einem mit sehr trockener Luft ge-
n Recipienten eingelassen waren. Bei 1250 Plattenpaaren
en der Funken nicht eher, als bis die Spitzen bis auf $\frac{1}{10}$
Zolles einander genähert waren. Bei dem grofsen Appa-
der Royalinstitution von 2000 vierzölligen Plattenpaaren
n die Kohlenspitzen bis zu $\frac{1}{30}$ oder $\frac{1}{40}$ Zoll genähert wer-
, ehe sie irgend ein Licht zeigten, wenn sie aber intensiv
en, so fuhr ein anhaltender Lichtstrom zwischen ihnen zu
n fort, wenn man sie auch nach und nach, selbst bis zu
Weite von 4 Z. von einander entfernte. Der Lichtstrom
sich in Gestalt eines Bogens, in der Mitte breit und ge-
die Kohlenspitzen schmal zulaufend. Er war von einer in-
en Hitze begleitet und entzündete augenblicklich jede in
gebrachte Substanz [2]. Ueberhaupt bringen Streifen von
n angebrannter Kohle, welche zur Schliefsung gebraucht
den, das Lichtphänomen im intensivsten Grade hervor, und
Erglühen derselben dauert bei kräftigen Batterien, während
Kohlenspitzen von beiden Polen aus mit einander in Berüh-
sind, eine beträchtliche Zeit, es scheint von keinem ei-
chen Verbrennen der Kohle abzuhängen, denn wiewohl
zum Theil entzündet wird, so leidet sie doch verhältnifs-
einen sehr geringen Verlust, und das Licht erscheint mit glei-

1 Phil. Trans. 1809. p. 36.
2 Davy Elements of chemical Philosophy. S. 152.

chem Glanze, wenn die Versuche auch in Gasarten vorgenom
men werden, die keinen Sauerstoff enthalten. Es zeigt sich
auch selbst, wenn gleich mit verminderter Stärke, unter Was
Alkohol, Aether, Oelen und andern Flüssigkeiten. Dieses bes
achtete namentlich Davy [1] mit einem Zellenapparate aus
viereckigen Platten aus Zink und Kupfer von 13 Z. Seite. U
ter Wasser zeigten sich die Spitzen der Kohle noch eine
lang nach der Schliefsung rothglühend, und so lange di
dauerte, entband sich Gas mit dem Geräusche des Kochens.
selbst in Salpetersäure und Schwefelsäure liefsen sich auf diese
Funken hervorlocken; in Schwefelsäure entwickelte sich d
Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, und die Säure wurde blau;
der Salpetersäure neben dem Sauerstoffgase und Wasserstoff
auch Stickgas. Vermittelt man die Verbindung der beiden
durch dünne Metallblättchen, indem man an einem gebog
Drahte des einen Pols der Batterie die Metallblättchen anl
und den hervorragenden Haken der andern Endplatte der S
berührt, so verbrennen die Metallblättchen mit einem nach
schiedenheit derselben verschiedenen Lichte [2]. Ritter [3]
auch bei der Wiederöffnung einer Säule von 224 Plattenp
Funken, jedoch kleiner als bei der Schliefsung, beobac
haben (?).

b. Aufser diesen Funken, die sich an der Stelle, wo
Schliefsung geschieht, zeigen, kommen die Metalldrähte in
ner mehr oder weniger ausgedehnten Strecke nach verschied
Wirksamkeit des Apparats und nach Verschiedenheit ihre
genen Beschaffenheit zum Glühen und selbst zum Schm
Besonders zeigen Platin- und Eisendrähte diese Erscheinung
fallend. Die Kraft der Volta'schen Apparate, Draht zum
hen zu bringen und also Wärme zu erzeugen, wächst nach
nem etwas andern Gesetze, als die Kraft derselben in Ver
rung des Quantums der Wasserzersetzung und anderer auf
sem Wege bewirkter Zersetzungen.

1. Die Kraft wächst mit der Anzahl der Plattenp

---

1 G. XII. 355.

2 S. das Nähere hierüber und über die Funken unter dem Art. *Säule, Volta'sche.*

3 Ph. ch. Abh. III. 265 ff.

t, wie es scheint, in einem abnehmenden Verhältnisse, wenn
e gewisse Grenze überschritten ist. Davy fand nämlich, dafs
Plattenpaare seines Trogapparats von 4 Z. Seite 3 Z. eines
ndrahtes von $\frac{1}{17}$ Z. Durchmesser glühend machten, dafs
mit 1000 dieser Platten und auf gleiche Art mit ver-
nter Salpetersäure geladen nur 13 Z. von demselben Drahte
end wurden [1]. In einem andern Versuche [2] schmolz Davy
einem Volta'schen Apparate aus Trögen von Wedgwood und
en von 11 Z. Länge und 4, 5 Z. Breite mit 2 Batterien (jede
gleicher Zahl) die vierfache Länge wie mit einer; 6 Batte-
schmolzen dagegen wenig mehr als die zweifache Drahtlänge,
he drei Batterien geschmolzen hätten. Wilkinson [3] fand mit
n Zellenapparate aus Z K von 4 Z. Seite mit verdünnter Salpe-
ure geladen, die Strecke Stahldraht, welche geschmolzen
de, im geraden Verhältnisse der Menge der Plattenpaare.
Platten verbrannten $\frac{1}{4}$ Z. von einem Stahldrahte von $\frac{1}{10}$ Z.;
Platten 1 Z.; 400 Platten 2 Z. Dasselbe Verhältnifs zwi-
n der Zahl der Plattenpaare und der Drahtlänge galt seinen
uchen zufolge auch für Trogapparate. Singer stellte seine
uche mit Trog- und Zellenapparaten an. Die Trogapparate
n von Wedgwood'scher Masse, wovon jeder 10 Doppelplat-
Z. im Gevierten enthielt, und ein Trogapparat von Holz
wischenwänden von Glas, von 50 solchen Doppelplatten,
wurden mit einer Mischung aus 5 Pfund starker Salpeter-
e auf 75 Pfund Wasser, welche Singer als die beste Mi-
ng zum Drahtschmelzen gefunden hatte, gefüllt. Zwei der
gwood'schen Tröge brachten gleich im Anfange 9 Z. Eisen-
t von $\frac{1}{100}$ Z. (Nr. 9) zum schwachen Rothglühen; dieses
rte aber nur kurze Zeit. Eine Minute, nachdem dieses auf-
t hatte, wurden nur noch 3 Z. eben so rothglühend, als
gleich anfangs. Vier solche Trogapparate machten im An-
18 Z. von demselben Drahte rothglühend. Zehn Tröge,
nit frischer Flüssigkeit gefüllt, brachten von demselben
e bei der ersten Schliefsung zum Glühen 36 Z; fünf Tröge
, und nach einem kurzen Zeitraume jene 30 Z., diese 15 Z.
esem geschwächten Zustande wurden vom Platindrahte von

El. of chem. Phil. p. 156.
G. XLIV. 229.
G. XIX. 45.

$\frac{1}{100}$ Z. durch 10 Tröge 5 Z.; durch 5 Tröge $2\frac{1}{2}$ Z. weifsglühe
erhalten. Er schliefst hieraus, dafs das Vermögen der galv
schen Batterie, Metalldrähte zum Glühen zu bringen, genau
Verhältnisse der Menge ihrer Plattenpaare stehe, und zwa
jedem Zustande ihrer Wirksamkeit. Damit stimmen auch
Versuche Cuthbertson's überein [1]. Van Marum und P
fanden sogar innerhalb einer gewissen Grenze diese Kraft in
nem viel gröfseren Verhältnisse, als der einfachen Zahl
Schichtungen wachsen, denn 4 Z K Säulen von 5 Z. Seine
Salmiak geschichtet, wovon zwei zusammen aus 50 Platten
ren bestanden, und 8 Z. Eisendraht Nr. 16 stark zum Gl
brachten, ja sogar gröfstentheils schmolzen, und die zwei
dern zusammen von 60 Plattenpaaren nur 6 Z. zum Rothg
brachten, (ohne Zweifel, weil ihre Pappscheiben nicht ge
genäfst waren), zu einem einzigen von 110 Plattenpaaren
nigt, vermochten nicht blofs 14 Z., sondern sogar 32 Z. d
ben Drahtes zum Rothglühen zu bringen [2].

2. Auffallend abweichend von dem Einflusse der
gröfserung der Oberfläche der Platten auf den chemischen P
in der Gasröhre zeigt sich derselbe rücksichtlich des Glühen
Schmelzens von Metalldrähten. Im ersteren Falle ist die Gren
zu welcher bei einer gegebenen Anzahl von Plattenpaaren di
gröfserung der Oberfläche noch eine Vergröfserung der Was
setzung bewirkt, besonders wenn die Gasröhre blofs reines W
enthält, sehr bald erreicht, während diese Grenze für die Ve
lung der Wärmeerzeugung in den Metalldrähten, sofe
durch die Länge der Stücke gemessen wird, welche gesc
zen oder zum Rothglühen gebracht werden, so weit unsre
suche bis jetzt gehen, noch nicht erreicht worden ist.
ein Trog- oder Zellenapparat von 30 zweizölligen Platten
mit einem andern von 30 sechszölligen verglichen wird,
mit einer verdünnten Säure von gleicher Stärke geladen,
gen sie keinen wesentlichen Unterschied in der Quantität
einer bestimmten Zeit zersetzten Wassers, der kleinplattig
parat wird aber weder Draht schmelzen noch Metall verbre
auch schwerlich einen Funken zwischen zwei Kohlenspitze
ben, während die grofsplattige Batterie zwischen diese

1 G. XXIII. 265.
2 G. X. 189.

des Licht entwickelt, Metallblättchen mit Glanz ver- und mehrere Zolle Eisendraht Nr. 11 glühend macht. Die ärdige Thatsache des verstärkenden Einflusses der Ver- ung der Oberfläche der Platten auf Funkenerscheinung ärmeerzeugung ist zuerst von Fourcroy und Vauque- rch Versuche im Nationalinstitute von Frankreich darge- rden [1]. Acht Kupfer- und Zinkplatten von einem Fuſs esser mit Salmiakauflösung gebaut, gaben ihnen keine Erschütterung als eine Säule, deren Metallplatten nur ien im Durchmesser hatten, und welche gleichfalls nur Abwechselungen bestand, ihre wasserzersetzende Kraft edeutend; dagegen gaben zwei Eisendrähte von ihren len aus mit einander in Berührung gebracht, gröſsere als bei Säulen von 100 bis 120 Plattenpaaren von 1 Z. Sauerstoffgas sprühten diese Sonnenfunken mit der gröſs- ftigkeit. Später wurden diese Versuche immer mehr getrieben und besonders mit den Trog- und Zellen- n auſserordentliche Wirkungen hervorgebracht [2]. Ueber z, nach welchem die Verstärkung der Wirkung mit rgröſserung der Oberfläche wächst, sind die Resultate schiedenen Reihen von Versuchen nicht ganz überein- . Von zwei Trogapparaten, beide von 50 Platten- , und mit verdünnter Salpetersäure ($\frac{1}{25}$ gegen das Was- ten, schmolz der eine, dessen Platten 8 Z. Seite hat- Z. eines Eisendrahtes von $\frac{1}{70}$ Z. Dicke, der andere von e nur $\frac{1}{2}$ Z. Es standen also hier die Wirkungen in ältnisse der sechsten Potenz der Seite oder des Cubus flächen. Vergleicht man den Einfluss der Vergröſse- Oberfläche durch Ausdehnung der Säulen in der Längen- n, d. h. durch Vergröſserung der Anzahl der Platten, jenigen in der Vergröſserung der Breitedimension, also dehnung der Oberfläche der einzelnen Platten, so zeigt dieser letzteren Seite ein auffallendes Uebergewicht. lenapparat von 400 Platten von 4 Z. Seite, schmolz nach ox 2 Z. Eisendraht von $\frac{1}{70}$ Z., ein Zellenapparat von ratischen Platten von 8 Z. Seite, dessen Oberfläche also zen eben so groſs war, wie im ersteren Falle, schmolz

[1] G. VIII. 370.

[2] S. Säule, *Volta'sche.*

dagegen 32 Z. eben dieses Drahtes, so dafs sich demnach
Wirksamkeit zweier Volta'schen Apparate im Drahtschme
wenn die Summe ihrer Oberfläche gleich ist, wie das Q
der Oberflächen ihrer einzelnen Platten verhalten wü
Durch eine leichte Rechnung würde daraus folgen, dafs
einzelne Platten Zink und Kupfer jede 200 Quadratfufs
2317500 Fufs Stahldraht $\frac{1}{10}$ Z. dick schmelzen würden.
abweichend hiervon sind aber die Resultate, welche VAN
RUM und PFAFF erhielten. Nach WILKINSON's Gesetze
die zwei und dreifsig 5 Z. haltenden Platten Z K, die
einen Falle so neben einander gelegt wurden, dafs sie no
Säule von 8 Abwechslungen aber 10 Z. Seite bildeten,
16 mal gröfsere Wirkung hervorbringen sollen, als di
Platten zu einer Säule von 32 Abwechslungen aufgesc
aber letztere Säule wurde vielmehr kräftiger im Drahtsch
gefunden, sie schmolz 5 Z. Eisendraht Nr. 16 gänzlich z
geln und machte 7 Z. rothglühend, jene nicht einmal
Bei beiden dienten Tuchscheiben, mit Salmiakauflösu
tränkt, als Zwischenleiter. Auch CUTHBERTSON's Ver
stimmen nicht mit WILKINSON's Gesetze überein, w
gleich nicht so auffallend, als die eben angeführten abw
Da er nämlich zwei Trogapparate, jeden von 30 Platte
6 Z. ins Gevierte so mit einander verband, dafs sie eine
Batterie mit doppelt so grofser Oberfläche der einzelnen
bildete, so brachten sie von Eisendraht, dessen Durch
0,01 Z. betrug (Nr. 11) eine Länge von 16 Z. zum Glühe
rend ein einzelner Trog eine Länge von 8 Z. zum
brachte. Bei gleicher Anzahl der Schichtungen nahm
Vermögen, Draht zu schmelzen, nur im einfachen Ver
der Oberfläche der einzelnen Platten zu. In einem and
suche mit einer gewöhnlichen Z K Säule von 1 Fufs im Du
ser, deren Tuchscheiben mit verdünnter Salzsäure geträ
ren, stand dagegen bei gleicher Anzahl von Schichtun
geschmolzene Drahtlänge im Verhältnifs des Quadr
Oberfläche der Platten. Damit stimmt auch ein Ver
DAVY's nahe überein, in welchem 20 Plattenpaare, je

1 G.XXIII. 267. ff.
2 G. X. 136.
3 G. XXIII. 263.

…Fläche, von einem Drahte mehr als das 10fache zum …brachten, als 20 Plattenpaare, jedes von 2 Quadratfuſs …fläche[1]. Uebrigens läſst sich aus theoretischen Gründen …n, daſs das Verhältniſs, in welchem die Wirksamkeit …scher Apparate mit der Vergröſserung der Oberfläche zu…t, ein Veränderliches sey, nach Verschiedenheit der Zahl …chtungen dieser Apparate, was auch schon durch die …ren Versuche angedeutet wird.

…) Die verschiedene Beschaffenheit der feuchten Zwischen…rkt hier nach demselben Gesetze, wie in der Bestim…es Quantums der Wasserzersetzung. Die feuchten Lei…en nämlich im Allgemeinen die Wirksamkeit der Säule, …naturerhöhung hervorzubringen, in dem Grade, in wel…e bessere Leiter der E. sind und zugleich eine stärkere …de Wirkung auf das Zink ausüben. Am wirksamsten …ATTERSON zum Drahtschmelzen eine Mischung aus ei…Theile starker Salpetersäure, 10 Theilen Wasser und ein …lzsäure[2]. Die drei Mineralsäuren fand er in folgender …wirksam: Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure. …terer ist aber die Wirkung viel anhaltender. Als nach …den bei Füllung der Tröge mit ersteren die Batterie alle …verloren hatte, schmolz sie mit Salzsäure geladen noch …sprünglichen Drahtlänge, und selbst nach 2 Tagen noch …t auch diese Kraft 4 Tage bei, und noch nach 6 Tagen …kräftig auf Wasserzersetzung. In allen diesen Fällen …Plattenpaare in der Zwischenzeit aus den Trögen her…nen worden. DAVY[3] fand eine mit 60 Theilen Was…nnte Salpetersäure von 1,4 spec. Gewicht bei weitem …als eine gesättigte Auflösung von kohlensaurem Kali, …let letzteres erstere an Leitungskraft für E. ihm zu…übertrifft, und da concentrirte Schwefelsäure, wenn …vortrefflicher Leiter, ohne alle Wirkung zum Draht…ist, so stellt DAVY den allgemeinen Satz auf, daſs …igkeit im Verhältnisse ihrer oxydirenden Kraft auch …kung der Säule vermehre. VAN MARUM und PFAFF[4]

[1] Chem. of chem. Phil. p. 156.
[2] G. XLIV. 236.
[3] G. XII. 384.
[4] G. X. 145.
id.

fanden dagegen die Wirkung nicht verstärkt, in dem Verh nisse, in welchem die Flüssigkeit stärker oxydirend wirkte, mentlich fanden sie die Salmiakauflösung wirksamer als concentrirte und verdünnte Salpetersäure, jedoch bedienten sie hierbei nicht eines Trogapparats, sondern einer gewöhnli Säule mit Tuchscheiben; auch erhielten sie bei Anwendung ner möglichst concentrirten Auflösung von Kali schon mit Plattenpaaren von 5 Z. Seite merkliche Funken. Unter den S auflösungen zeigte sich in allen Versuchen mit Z K Saule Salmiakauflösung vorzüglich wirksam.

93. Die Wärmeerzeugung findet aber nicht blofs bei Schliefsung der Säule durch feste Leiter und in diesen s sondern auch in den Flüssigkeiten statt. Buntzen [1] schm die Spitze einer ∧förmig gebogenen Röhre ein Thermo bis zu welchem die in feine Spitzen ausgehenden Metalld reichten. Bei der Füllung der Röhre mit destillirtem W stieg das Thermometer nach 10 Minuten von 14° auf 23°. der Füllung mit Salmiakauflösung stieg es in einigen Mi auf 38°; in einem andern Versuche, wo alle Ursachen der kühlung entfernt wurden, stieg das Thermometer auf 60°.

Fig 137 nahm dann zwei Röhren, in deren Spitzen sich zwei Th meter befanden und wobei in a der eine, in b der ander lardraht bis ans Thermometer reichte. Die Temperatu Zimmers war 10° R. Nachdem die Säule von 1500 Plat ren eine Minute eingewirkt hatte, stand das Thermome positiven Drahte auf 12°, am negativen auf 8°. Nach V einiger Minuten stieg letzteres auf 10° und endlich blieben Thermometer bei 15° stehen. In Salmiakauflösung stiegen auf 20°. Nach dem Gefühle zu schliefsen war die Tem in der mittleren Biegung der Röhre zu erkennen, also da die Indifferenz von + und — E statt findet. Oerstedt [2] einen Versuch an, wo sich das Wasser in einer offenen weifsem Wachs gemachten Rinne befand, ungefähr 3 L und 3 Lin. breit, nur etwas erweitert, wo die Therm eingesenkt waren. Die Zuleitungsdrähte bestanden aus die Temperatur der Luft betrug 10° C. Sobald die Ket schlossen wurde, fingen die Thermometer an zu steigen,

1 G. XXV. 149.

2 Ansicht der chemischen Naturgesetze. Berlin 1812. S. 164.

einigen Minuten stand das auf der Oxygenseite auf 20°, 5, auf der Hydrogenseite auf 18°, ein in der Mitte befindliches Thermometer aber auf 23°. In besser leitenden Flüssigkeiten fand Er dagegen die Wärmeerzeugung geringer, namentlich in Kochsalzauflösung nicht über 3°. Im Wasser, welches durch einen Zusatz von Weingeist etwas an Leitungsfähigkeit verloren hatte, stand auf der Oxygenseite auf 18°,7, auf der Hydrogenseite auf 18°,6 und in der Mitte auf 20°,5. Die Säule scheint nach den unvollständigen Andeutungen in Oersted's Schrift nicht stärker als von 10 Platten gewesen zu seyn. Hierher gehört denn auch ein merkwürdiger Versuch Children's mit einem mächtigen Trogapparate, bei dem zwei gleiche Quantitäten Quecksilber in zwei Schälchen von gebranntem Thon, die eine mit dem einen, die andere mit dem entgegengesetzten Batteriepole und beide unter einander durch einen Platindraht in Verbindung gesetzt wurden, und von solcher Dicke und Länge, dass der Draht während der Entladung stets glühend erhalten wurde. Es zeigte nun das mit dem positiven Pole in Verbindung stehende Quecksilber nach 20 Minuten eine Temperatur von 121° F., der mit dem negativen Pole in Verbindung stehende aber nur eine Temperatur von 112° [1].

Auch die physiologischen Wirkungen der einfachen Kette werden durch Vervielfachung der letzteren auffallend und auf merkwürdige Art verstärkt. Wenn die einfache Kette das Gefühlsorgan unverletzter Theile keine merkliche Empfindung insetzt, so zeigt dagegen die Säule eine solche in einem hohen Grade. Sie theilt im eigentlichsten Verstande Erschütterungen mit, die bis zum ganz Unerträglichen gehen können. Volta's erster Aufsatz über die eben von ihm erfundene Säule [2] handelt vorzüglich von ihren physiologischen Wirkungen. Man errichte eine Säule von 100 Plattenpaaren von etwa zwei Quadratzoll Oberfläche, mit Tuchscheiben, die mit Salmiakauflösung getränkt sind, deren Platten von Zeit zu Zeit mit Haken versehen sind. Schliefst man eine solche mit vollkommen trockenen Fingern, so hat man so gut wie keine Empfindung, sind dagegen die Finger genäfst, so kann man, indem man den einen Finger auf die unterste Stelle

[1] G. LII. 352.

[2] Philos. Trans. 1800. p. 416.

aufsetzt und nach der Reihe an der 10ten 20ten Platte u. s. schliefst, von einer eigenthümlichen, betäubenden, den Fi zusammen schnürenden, und im Augenblicke der Schlie zugleich augenblicklich erschütternden Empfindung afficirt, um so unangenehmer wird, und um so weiter sich in der g zen Länge des Fingers erstreckt, je gröfser das Stück der S ist, welches auf diese Weise geschlossen wird. Noch u genehmer wird die Empfindung in den schliefsenden Fi wenn sie mit Kochsalzauflösung oder gar mit Salmiakauf befeuchtet sind. Dieses ist in noch viel höherem Grade de wenn man vom untern Pole der Säule aus einen breiten S niolstreifen in ein Becken mit Wasser, besonders mit wa Kochsalzwasser gehen läfst, in welches die eine Hand ge wird, während man mit der andern gleichfalls mit Koch oder Salmiakauflösung hinlänglich genäfsten Hand eine K platte oder ein anderes hinlänglich grofses Metallstück, a sten von Zink umfafst und durch eine rasche Berührung jener hervorstehenden Haken oder des Randes einer der P der Säule mit den Metallstücken schliefst. Schon bei de rührung der vierten Platte einer wie oben beschriebenen S wird man beim Eintauchen eines Fingers in das Becken ei von stechender Empfindung bemerken, beim Eintauche ganzen Hand wird man bei Berührung der zehnten Platte eine leichte Erschütterung fühlen, die bis zum Handgele beiden Händen sich erstreckt, bei der Berührung der Platte erstrecken sich die Erschütterungen durch beide Ar zu den Schultern, vorzüglich durch denjenigen Arm, Hand in das Wasser des Beckens eingetaucht ist, wenn mit dem negativen Pole in Verbindung steht; ist blofs ei ger eingetaucht, so concentriren sich diese Erschütterunge ausschliefslich auf diesen, sind um so schmerzhafter und erträglich. Schliefst man bei der 60sten, 70sten Platte, den diese Erschütterungen immer unangenehmer, sich bis in die Brust, und sind, wenn man sich entsch kann, die ganze Säule so zu entladen, so heftig, dafs Versuch nicht leicht wiederholt. Dabei sind mit diesen Er terungen auch krampfhafte Zusammenziehungen der M verbunden; wiederholt man kurz nach einander die Schli gen selbst nicht höher hinauf als bis zur 40sten Platte m Metallstücken, die man mit der nassen Hand wohl un

…e wird der Arm gleichsam betäubt. Die augenblickliche …terung, welche man bei der Schliefsung empfindet, ver… Volta mit derjenigen, welche eine Batterie von sehr … Oberfläche, die zu einem sehr schwachen Grade von …ng geladen ist, ertheilt, vorausgesetzt, dafs man auf die… Weise durch grofse Metallstücke, die mit den nassen Hän… faßt sind, die Entladung vornehme[1]. Von dem Schlage …ig geladenen Leidner Flasche unterscheidet sich der gal… Schlag dadurch, dafs jener weit weniger nach Innen …d, die Organe gleichsam mehr von Aufsen trifft und in …Momente erschöpft ist, der galvanische hingegen weit …das Innere der Organe eindringt, und man gleichsam …pflanzung im Innern längs dem Laufe der Nerven …lich unterscheidet. Auch haben nach Volta's Ver…[2] die Erschütterungen, die seine Säule ertheilt, die …hnlichkeit mit den Erschütterungen, welche die Krampf… verursachen.

…an man durch Schliefsung der Säule auf die oben ange… Weise eine Erschütterung erhalten hat, und in der …ung beharrt, so empfindet man zwar im Anfange nichts …res, aber bald tritt eine eigenthümliche Art von schmerz…Empfindung, die mit einer eigenen Hitze begleitet ist, ein, …bei grofsen Säulen zu, so, dafs sie endlich fast unerträg…lich kann. Schliefst man, während man entweder die …in das Becken mit Wasser taucht, nach welchem der …Kreifen von dem einen Pole geht, oder indem man eine …Hand umspannte Metallplatte auf den Haken der untern …der Säule aufsetzt, an irgend einem befeuchteten Theile …chts z. B. an der Stirne, der Nasenspitze, den Augen, …irgend einer Stelle des Körpers, der mit einer zarten …t bedeckt ist, so hat man im Augenblicke der Schlie… eine Art von Stofs, und eine eigenthümliche schmerzhafte, …de Empfindung, die bei schnell wiederholter Oeffnung …hliefsung zu einem unerträglichen Gefühle wird. Hebt …e Verbindung nach der Schliefsung nicht wieder auf, so …war das schmerzhafte Gefühl für einige Augenblicke wie…der, aber bald entwickelt sich an dem berührten Theile

[1] Vrgl. Volta in G. XIV. 262.
[2] a. a. O.

eine andere Art von Empfindung, ein stechender Schmerz, sich auf den berührten Theil einschränkt. Dieselbe Art Erschütterung in den Fingern, Armen u. s. w., die man im genblicke der Schliefsung empfindet, kehrt wieder, wenn nach kurzer Zeit wieder öffnet, doch im Ganzen im geringe Grade als bei der Schliefsung.

Ritter will einen ähnlichen Gegensatz in der Einwirk der beiden Pole auf das Gefühlsorgan bemerkt haben, wie zufolge sich in den Empfindungen der Sinnorgane zeigt, schon durch die einfache Kette merklich afficirt werden. das Gefühl [1] soll nämlich unter ganz gleichen Umständen Schlag an der negativen Seite stärker erscheinen, als an der sitiven, aber diese gröfsere Stärke soll gleichsam nur eine sch bare seyn, nicht abhängig von einem gröfseren Quantum Thätigkeit, wie man am besten daraus erkenne, dafs, man bei wiederholtem Oeffnen und Schliefsen der Kette al lig kleinere Stücke der Säule auf sich einwirken lasse, man jedesmal mit den befeuchteten Fingern an beiden schliefst, beide Schläge doch ganz gleichzeitig aufhören, bar zu seyn, sondern von einer specifischen Verschieden und gleichsam entgegengesetzten Qualität; der Finger auf negativen Seite [2] wird von seinem Verbindungsorte mit Batterie aus nach innen zu, wie in gerader Linie schnell durchdrungen, es ist fast, als wenn durch und durch et etwas weggenommen würde, als ob der Finger, die schwände, und man kann den ganzen Vorgang mit keinem zeren Namen, als dem von Contraction im eigentlichen Sin Wortes belegen. Der Finger am positiven Pole im Gege wird im Augenblicke des Schlags seiner Hülle gleichsam zu e ist ein Drängen und Treiben, als wollte er aus sich selbst aus, er befindet sich in einem Zustande von Auftreibung Spannung genau so, wie wenn er entzündet und davon schwollen wäre. Das bündigste Wort ist Expansion. soll das Eigenthümliche des Schlags von jeder Seite seyn, grofs oder klein er auch sonst seyn möge, und in allen Th auf welche sich der Schlag bezieht, und in welchen das Ge gefühl zunächst in Anspruch genommen wird, ist dasselb

1 Beiträge II. Bd, 2tes St. S. 16. 17.
2 a. a. O. S. 22.

r Weise afficirt. Ritter führt in dieser Hinsicht mehrzelne Theile an, an welchen sich ihm dieses bestätigt So soll z. B. der Schlag, wenn man an der Zunge von nitiven Seite aus schliefst, deutlich mehr von innen nach gehen und ganz genau einen Eindruck zurücklassen, als dem Schlage eine Beule auf ihr entstanden wäre, der von der negativen Seite soll dagegen mehr von aufsen nnen gehen, und einen Eindruck zurücklassen, als ob ch in die Zunge geschlagen wäre u. s. w. Zugleich soll nitiven Pole mit jenem Gefühle der Expansion jedesmal ühl der Wärme und am negativen Pole mit dem Gefühle ntraction auch das der Kälte eintreten [1]. Im Augenblicke nnung sollen sich alle diese Erscheinungen in die entgeten unwandeln; der im Augenblicke der Schliefsung sitiven Pole scheinbar schwächere Schlag ist dann der mit dem Gefühle der Contraction und der Verminder Wärme; am negativen Pole ist dagegen beim Oeffnen hlag der scheinbar schwächere, mit dem Gefühle der Exund der Vermehrung der Wärme [2].

o bestimmte Gegensätze und Verschiedenheiten haben inwenig ich selbst als andere, die ich nach ihren Empfinbefragte, wahrnehmen können. Allerdings schien mir hlag an der negativen Seite gleichfalls etwas schmerzals an der positiven, und mehr zusammenschnürend, ch in dem Schlage am positiven Pole lag etwas von jeammenschnürung, auch hatte ich gewöhnlich an dem welcher mit dem negativen Pole in Berührung war, as Gefühl der Wärme, als in dem Finger, auf welchen tive Pol unmittelbar wirkte. Jedoch selbst Ritter wiht sich in dieser Hinsicht. In seinen Versuchen und ungen über den Galvanismus [3] sagt er ausdrücklich: se Pol der Batterie, welcher im Ohre den stärkeren und ch höheren Ton, und in der Hand die höhere Wärme giebt im Auge die rothe Farbe, derselbe Pol, der im den tiefern und zugleich schwächeren Ton, und in der Kälte giebt, derselbe giebt im Auge blaue Farbe." Hier

[1] Beiträge II. Band S. 4. St. S. 102.
[2] Beiträge ebendas. S. 75.
[3] Voigt's Magazin VI. S. 97 ff. und Ph. ch. Abh. III. S. 162.

wird also vielmehr dem negativen Pole die Eigenschaft zugeschrieben, Wärme zu erzeugen. In seinen Dictaten[1] sagt er dagegen: „Ueberall, wo der Körper oder das bestimmte Organ desselben genöthigt ist, sich zu oxygeniren, tritt für das allgemeine Gefühl bei der Schliefsung Contraction, wo es genöthigt ist, sich zu hydrogeniren, Expansion ein, und verharrt die bei der Schliefsung über. Jene (die Contraction) ist überall mit dem Gefühle von Wärme, diese (also die Expansion) mit einem Gefühle der Kälte begleitet." Hier wird demnach dem positiven Pole Erregung von Contraction für das Gemeingefühl zugeschrieben, der nach dem obigen vielmehr Expansion hervorrufen sollte, und so umgekehrt, im Widerspruche mit dem obigen, dem negativen Pole eine expandirende Einwirkung. Die ähnlichen, nur nach der Natur der Empfindungen des Sinnorgans sich eigenthümlich gestaltenden, Gegensätze der Einwirkung der entgegengesetzten Pole betrifft, so glaubt Ritter alles das, was in dieser Hinsicht schon oben Nr. 53. bei der einfachen Kette angeführt worden ist, vollkommen bestätigt gefunden zu haben, so zwar, dafs der positive Pol die Function des potisiven Metalls in der einfachen Kette, und der negative Pol die des negativen vertritt.

Was insbesondere die Einwirkung auf das Auge betrifft, tritt ein über das ganze Gesicht sich verbreitender blitzähnlicher Lichtschein bei jeder Verbindung irgend eines innern oder äufsern Theiles des Vorderkopfes, der entweder an sich feuchtet, oder vorher nafs gemacht ist, z. B. der innern Fläche der Backen, der Nase, der Nasenspitze, der spongiösen Substanz der Zähne, der Stirn, der Augenbraunen, mit dem negativen Pole ein, wenn man mit dem Finger oder sonst einem Theile des Körpers am anderen Pole schliefst, oder noch besser die Schliefsung umgekehrt vornimmt. Am stärksten ist indefs dieser blitzähnliche Schein, wenn das Auge selbst in die Kette gebracht, diese also unmittelbar an dem Augapfel oder an den Augenbraunen geschlossen wird. Der Gegensatz von Blau unter erhöhtem Lichtzustande durch den positiven und von Roth unter vermindertem Lichtzustande durch den negativen Pol soll, nach Ritter hierbei besonders auffallend zeigen, und beim Oeffnen soll jeder Zustand in den entgegengesetzten übergehen.

1 Ph. ch. Abh. III. S. 293.

in der Nase erregt nach RITTER der negative Pol, wenn
en Polardraht in die Höhle derselben führt, einen Drang
niesen, endlich dieses selbst und zugleich eine Spur von
h nach Ammoniak; der positive Pol dagegen hebt die vor-
ne Fähigkeit zum Niesen auf, und bringt überhaupt eine Ab-
ung der Nase, wie etwa durch oxygenirte Salzsäure hervor.
en hat man selbst eine Art von saurem Geruch. Beim Oeff-
hen die Zustände, die während des Geschlossenseyns an-
n haben, in die entgegengesetzten über.

uf der Zunge bewirkt der positive Pol, nachdem die erste
dung des Schlags im Augenblicke der Schliefsung vorü-
einen sauren Geschmack, welcher nach anhaltender Schlie-
bei der Trennung in einen bittern alkalischen übergeht,
egativen Pole findet die umgekehrte Ordnung statt. Der
ack wird auch wohl als eine Art von Duft im Munde
den, wenn man an einem dem Munde nahe gelegenen
des Vorderkopfes z. B. an der Nasenspitze, schliefst.

as die Einwirkung auf das Gehörorgan betrifft, so be-
schon VOLTA [1], dafs, als er zwei mit den beiden Po-
er Säule von 40 Plattenpaaren verbunden, vorn abgerun-
Metalldrähte so tief wie möglich in die beiden Ohren hin-
hte, er im Augenblicke der Schliefsung eine Erschütte-
m Kopfe empfand, und einige Augenblicke nachher ein
zu beschreibendes Geräusch, eine Art von Zischen oder
isem Bollern, wie wenn eine zähe Materie kochte, und
ine zuzunehmen, die ganze Zeit der Schliefsung hindurch
hte. Nach RITTER [2] soll das mit der Schliefsung der
entstehende Geräusch von einem Tone begleitet seyn, der,
beide Ohren zugleich in der Kette sind, als G der einge-
ten Octave oder g zu unterscheiden ist; befindet sich nur
s in der Kette, so ist vom positiven Pole aus der Ton tie-
g, am negativen aber höher. Zugleich soll der Schlag
Schall vom negativen Pole stärker seyn, als vom positiven.
Töne sollen während der Schliefsung anhalten und bei
Trennung in die entgegengesetzten übergehen.

Man wird zugeben müssen, dafs ein sehr feiner Beobachtungs-
nöthig ist, um solche Bemerkungen mit einer solchen Be-

---

1 Phil. Trans. 1800 p. 427.

2 Beiträge a. a. O. S. 160.

stimmtheit machen zu können. Meine eigenen Erfahrungen stim
men mit denen Ritter's nur in Betreff des Geschmacks überei
und in Hinsicht auf die Einwirkung auf das Auge glaubte ich bi
weilen etwas Aehnliches beobachtet zu haben. Ich beziehe mi
übrigens auf das, was ich schon oben Nr. 53. hierüber bemerkt hab

Die Erschütterungen starker Volta'scher Säulen können v
die einer Leidner Flasche einer Reihe von Personen gleichm
mitgetheilt werden, wenn sie sich mit nassen Händen anfa
und die beiden äufsersten, die eine am positiven, die and
am negativen Pole schliefst.

95. Hier mögen dann auch einige für die Theorie n
aus einem andern Gesichtspuncte interessante Versuche über
Fortpflanzung der erschütternden und wasserzersetzenden K
der Volta'schen Säule durch weite Strecken von Leitern ihr
Platz finden. Emman[1] wählte zu seinen Versuchen eine St
in der Havel bei Potsdam, wo sich der Strom in eine kl
seeartige Wasserfläche ergiefst. Auf einem Nachen, der w
hinaus im Strome durch Pfosten unbeweglich erhalten wur
errichtete er eine Zink-Silbersäule von 100 Schichtungen. V
dem einen Pole hing ein Draht in das Wasser. Zum entge
gesetzten Pole gehörte ein Draht, der in einer Länge von 1
Fufs über dem Wasserspiegel und parallel mit demselben au
spannt und an einem Pfosten von gut isolirendem Holze befe
war. Dieser Draht war mit dem Pole der Säule vermittelst ei
Gasapparats verbunden. Im Augenblicke als das abgewa
Ende des Drahts den Wasserspiegel durch einen angebrac
metallischen Zuleiter berührte, ging in einem Nu die W
zersetzung von Statten, und zwar gerade mit derselben En
als wenn der Gasapparat unmittelbar von Pol zu Pol angeb
worden wäre, so dafs sich die Wirkung vollkommen gl
blieb, der schliefsende Bogen mochte eine Ausdehnung von
Fufs oder von 249 Fufs haben, wovon überdies die Hälfte e
ungeheure Menge von unisolirtem Wasser war. Zog man
Draht vom untern Pole aus dem Wasser heraus, so hörte e
falls alle Wasserzersetzung auf; hielt man mit der einen H
das Ende des langen ausgespannten Polardrahtes, während m
mit der andern irgend einen Punct der grossen Wasserfläche b
rührte, so bekam man eine Commotion beinahe eben so st

1 G. XIV. 385.

ine man die Pole durch gemeinschaftliche Berührung mit
n Händen entladen. Das Nämliche fand statt, wenn das
des langen Polardrahtes ins Wasser hing, und man 129
davon den Draht des entgegengesetzten Pols in die eine
nahm und mit der andern die Oberfläche des Wassers be-
Hing das Ende des langen Drahtes ins Wasser, und
der entgegengesetzte Polardraht aus dem Wasser gezo-
) gab das Elektrometer, welches man an das Ende des
Drahts oder an das darunter stehende Wasser applicirte,
ehr starke positive Divergenz [1], die in einem Umkreise
bis 4 Fufs um diesen Polardraht immer schwächer wurde,
einer Entfernung von 6 Fufs Radius gänzlich aufhörte.
verhielt sich unter gleichen Umständen auf die entgegenge-
Weise am negativen Pole. Hingen beide Pole ins Wasser, so
das Elektrometer nirgend eine Spur von Divergenz. An das
Ende des 1244 Fufs langen Drahtes wurde nun ein Draht,
nahe 100 Fufs geknüpft. Dieser war auf einer Rolle auf-
den. Erman ruderte dann in einem Nachen fort, wäh-
d den Draht abwickelte. In welcher Richtung er auch
überall wurde ein ganz unversehrter Frosch, den er, in-
n sich selbst isolirt hatte, so hielt, dafs seine Hinterfüfse
raht berührten, in die heftigsten Zuckungen versetzt, so-
r Kopf oder die Vorderfüfse an die Oberfläche des Was-
brucht wurden. Aber auch ein einfaches Element von
und Silber war im Stande, durch diesen mächtig langen
n das Präparat in die heftigsten Zuckungen zu versetzen.
Fische der Havel schienen stets aufser dem Kreise zu blei-
wo das Elektrometer noch afficirt wurde, zeigten aber bei
ihrer Entladung keine Spur eines empfundenen Reizes.
Mündung und Zusammenfallen des Elektrometers waren
gleichzeitig im Augenblicke der Schliefsung.

Hasse in Hameln [2] hat diese Fortleitung noch weiter
n grofse Strecken der Weser und des feuchten Erdbodens
eben. Als er jeden Pol mit einem Drahte von 4000 Fufs
e verband, so zeigten sich im Augenblicke der Schliefsung
beiden äufsersten Enden durch gut ausgeglühte Holzkohlen

[1] Hier scheint ein Druckfehler obzuwalten, denn an einem so abgeleiteten Pole sollte das Elektrometer nach der Analogie allerdings keine Spannung mehr zeigen.

[2] S. XIV.

oder durch ein Goldblättchen lebhafte Funken. In der gefro
nen Weser öffnete er einige Schritte vom Ufer das Eis, stell
seine Säule neben die Oeffnung, und verband den Draht d
— Pols mit der Weser; an dem entgegengesetzten Ufer des Str
mes in einer Entfernung von 500 Fuſs vom Standorte der Sä
öffnete er das Eis abermals, zog einen isolirten Eisendraht v
+ Pole der Säule queer über die Weser bis an diese Oeffnu
stellte sich auf ein Isolatorium, nahm die Endspitze des + P
der Säule in den Mund und berührte mit der Hand das Wa
der Weser, worauf er eine augenblickliche Erschütterung an
Zunge und in den Fingerspitzen, einen sauern metallischen
schmack und Blitze vor beiden Augen verspürte. Wurde
zinnerne Schale unmittelbar auf das Wasser in die Oeffnung
setzt, so konnten durch ein am Ende des positiven Drahtes
gehängtes Goldblättchen Funken entlockt werden. Ja s
durch eine Strecke von 4000 F. der Weser und einen auf
zernen, in Löchern des Eises eingelassenen, Pfosten isol
Draht pflanzte sich die Wirkung der Säule ungestört fort.
der Versuch auf einer Insel der Weser bei offenem Wasser
gestellt wurde, war die Vorrichtung getroffen, daſs die g
nische Leitung ihren Weg theils mit dem Strome, theils g
den Strom durch eine Strecke von 1500 Fuſs nehmen m
Ja als Basse durch eine Strecke von 200 Fuſs des Erdbo
von einem Brunnen entfernt war, in dessen Wasser der ne
Pol durch einen Draht hineinreichte, empfand er lebhafte
schütterungen, als er an dem positiven Polardrahte, der b
dieser Entfernung isolirt fortgeführt war, die Kette schloſs.
Basse von dem einen Pole aus einen isolirten Eisendraht
2000 Fuſs Länge über eine Wiese hinführte, einen Eisen
von dem andern Pole in das nasse Erdreich leitete, und da,
sich der erste Polardraht endigte, gleichfalls einen Eisen
in das Erdreich versenkte, und die Enden dieser Drähte in
isolirte zinnerne, mit Kochsalzauflösung gefüllte Schalen g
lieſs, erhielt er lebhafte Erschütterungen, als er mit seinen H
den durch Eintauchen in beide Schüsseln die Kette schloſs.

96. So wie die Stärke des chemischen Processes und
Wärmeerzeugung, so ist auch die Stärke des Schlages eine F
ction der verschiedenen Hauptbestimmungen der Säule, wel
Abänderungen zulassen, nämlich der Zahl der Schichtung
der Gröſse der Oberfläche der einzelnen Plattenpaare, so w

ie mit dem feuchten Leiter in Berührung kommen und der Be-
schaffenheit des feuchten Leiters sowohl an und für sich als auch
n Beziehung auf einander, jedoch nach Verhältnissen, die nicht
mz mit denen übereinstimmen, nach welchen die Stärke der
iden ersteren wächst. Im Allgemeinen nimmt mit der Zahl
r Schichtungen die Stärke des Schlages zu, und bei Säulen
n mehreren hundert Platten empfindet man ihn auch selbst noch
ider Berührung der Pole mit trockenen Fingern. Diese Stärke
d Ritter in einem Versuche bis auf 2000 Lagen einer Ku-
- Zinksäule von ohngefähr 2 Quadratzoll Oberfläche der
hten Pappscheiben, die mit Salmiakauflösung getränkt waren,
h zunehmen, und der Schlag derselben war so heftig, dafs
unmöglich war, ihn auch nur mit trockenen Händen bis 2000
auf zu verfolgen. Eine Reihe von 50 Personen, ebenfalls
durch die trockenen Hände verbunden, wurde schon auf
stärkste erschüttert. In Beziehung auf den oben nach Rit-
angegebenen Dualismus und respectiven Gegensatz der Em-
dungen, welche durch die entgegengesetzten Pole in den
chiedenen Sinnorganen erregt werden, will Ritter noch an-
dem die Beobachtung gemacht haben, dafs bei allmäliger Zu-
me der Einwirkung der Volta'schen Säule diese Empfindun-
sich gerade in die entgegengesetzten verwandeln, indem
durch eine Art von Indifferenz hindurchgehen, so dafs über
en Punct hinaus der + Pol dann vielmehr im Augenblicke
Schliefsung die Empfindungen, welche der — Pol bei schwa-
r Einwirkung hervorbringt, erregt, und eben so der — Pol
Empfindungen, die bei schwächerer vom + Pole abhängen.
nn man z. B. bei einer Säule von 150 bis 200 Plattenpaaren
K von etwa zwei Quadratzoll Oberfläche und mit Salmiak
chichtet einerseits mit der mit Salmiak befeuchteten Hand,
ererseits mit Eisen oder Messingdraht an den befeuchteten
enbraunen schliefst, so hat man nach Ritter, wenn man
wenige Lagen in den Versuch nimmt, das Blau im Auge
+ Pole, es nimmt zu, so wie man steigt, endlich steht
till, es trübt sich, es wird eine gemischte Farbe grüner Art
is, doch nicht so bestimmt grün als das vorige Blau war,
entwickelt es sich zu Gelb, bis es endlich das herrlichste
wird, von einer Intensität, welche selbst die am — Pole
rifft. Trennt man nach einiger Zeit anhaltender Schliefsung
ette, so hat man Blau, dieses wird aber sehr bald schwach,

und geht durch die nämliche Art von Grün in schwaches G… roth oder Roth über, in welchem dann das Phänomen er… Am negativen Pole braucht man etwas mehr Lagen, bis der W… depunct eintritt. Die Lichtzustände sollen jedoch nicht w… seln. Dieselben Umkehrungen sollen auch in den Empfin… gen des Geschmackorgans eintreten, und zwar soll der sam… positiven durch einen neutralsalzigen, wie von Kochsalz, … den bestimmtesten brennend alkalischen und so umgekehrt … negative alkalische in den sauren positiven sich verwan… Um diese Beobachtungen leichter anstellen zu können, … gut, dafs man mit dem Organe, dessen Empfindung man … nen lernen will, zuerst mit dem einen Pole in Verbindung … und dann mit der Hand an dem andern Pole schliefst. S… für die Gefühle von Wärme und Kälte soll diese Umke… auch schon durch die Einwirkung von Säulen von 100 Pla… paaren, die mit Salmiak geschichtet sind, eintreten [1].

Diese ganze Darstellung hängt bei Ritter mit einer s… men Hypothese von sogenannten Flexoren oder einer bed… und Extensoren oder unbedingten Erregbarkeit zusammen. … hat es nie gelingen wollen, in dieser beweglichen Sphäre der … pfindungen alles so regelmäfsig erfolgen und fixirt zu sehen. … finde ich von keinem einzigen Physiker diese Beobachtu… durch Wiederholung bestätigt, wie es denn überhaupt … schwierig ist, bei sehr starker Action der Säule seine Em… dungen noch genau zu unterscheiden.

Die Vergröfserung der Oberfläche der Plattenpaare v… ner gewissen Grenze an scheint für eine gewisse Anzahl … Schichtungen und bei Anwendung eines bestimmten L… keine Verstärkung der physiologischen Wirkungen, und … mentlich des Schlages, zur Folge zu haben. Van M… und Praef [2] fanden bei der Anwendung von Salmiaks… sung die Schläge von gleichviel und zwar von 20 Schic… gen zweier Säulen, wovon die Platten der einen nur … im Durchmesser, die der andern 5 Z. Seite hatten, so … übereinstimmend, dafs kaum eine Verschiedenheit zwisch… nen wahrzunehmen war. Simon [3] fand jedoch die Schläge …

1 Beiträge II. 3. u. 4. St. S. 163.
2 G. X. 142.
3 Ebend. VIII. 493.

Schichtungen Z K von 8 Z. Durchmesser mit Kochsalz-
ung eben so stark als von 30 bis 40 Schichtungen aus
von 2 Z. Durchmesser. Biot, ohne Zweifel durch
ige Hypothese von der Wirkungsart der Vergrösse-
der Oberfläche verführt, behauptet sogar [1], die Erschüt-
en müsten abnehmen, indem die Oberfläche der Me-
latten zunimmt, doch ohne dafs darum umgekehrt die
erungen mit Verminderung der Oberfläche immerfort zu-
e, vielmehr in einem gewissen Sinne abnehmen, wes-
eine kleinplattige Säule einen durchdringenden aber we-
stigen Schlag als eine aus grofsen Platten zusammenge-
ebe. Wirklich will er gefunden haben, dafs eine Z K Säule
förmigen Scheiben, 14 Z. im Durchmesser haltend und
Paaren bestehend, kaum einige Erschütterung in den be-
ten Fingerspitzen erregte, während eine Säule von 50
enstücken und 50 Zinkscheiben von gleicher Grösse einen
ringenden Schlag gab. Volta erklärt als die Grenze,
welcher allein die Vergrösserung der Oberfläche der Plat-
noch eine Verstärkung der Erschütterung hervorbringe, eine
m Durchschnitte des Handgelenks übereinstimmende Aus-
ihrer Oberfläche. Diese scheinbaren Abweichungen
ander rühren vorzüglich davon her, dafs man die Ober-
nur an und für sich und nicht zugleich in Beziehung auf
ern Momente betrachtet hat. Ritter [2] bemerkt in die-
echt, dafs bei gleichbleibender Anzahl der Schichtungen
rkung der Schläge, die von dem kleinsten Durchmes-
s zu dem von 6 Z. noch stattfinde, bei grofsen Platten
recht auffallend werde, wenn man die Hände mit einer
nden Flüssigkeit gehörig befeuchte, und grofse Metall-
, die man mit den Händen umfafst, zur Entladung ge-
, und dafs der Einfluss der Vergrösserung der Oberfläche
ienen Grenze auf die Verstärkung der Schläge um so
er sey, je besser die E. durch den feuchten Zwischen-
leitet werde, am stärksten daher bei Salmiakauflösung,
bei Kochsalz, und am wenigsten bei Wasser. Damit stim-
nun auch meine eigenen Versuche überein. Den Einfluss
schaffenheit des feuchten Zwischenleiters betreffend gilt

[1] G. X. 27.
[2] Ph. ch. Abh. III. 378.

im Allgemeinen dasselbe Gesetz wie für die Verstärkung d chemischen Processes in der Gasröhre.

97. Es ist noch eine interessante, zu dieser allgemein Betrachtung des verstärkten Galvanismus gehörige, Frage, weit überhaupt die Wirkungen einer Volta'schen Säule get ben werden können, ob es ein Maximum, eine Grenze für selben gebe, nach deren Ueberschreitung sie nicht weiter nehmen, oder gar wieder abnehmen, oder ob diese Grenze her nirgend anders gefunden worden sey, als in den beschr ten Mitteln der menschlichen Macht. Ritter [1] hat diesen genstand mit Scharfsinn erörtert, und die Frage sowohl theoretische Betrachtungen als durch unmittelbare Versuch lösen gesucht. Ich beschränke mich hier zunächst nur auf theilung jener letzteren Antwort.

Ritter fand für die drei Hauptclassen von Wirkungen Volta'schen Säule, die damals bekannt waren, die chemi physischen (Feuererzeugung) und physiologischen, unter ben Bestimmungen allerdings gewisse Grenzen oder Ma über welche hinaus diese Wirkungen nicht weiter verstärkt den, sondern vielmehr wieder abnehmen, die aber für verschiedene Classen von Wirkungen selbst wieder versch ausfallen, und sich für jede einzelne abändern, so wie die V hältnisse der drei Hauptmomente in der Säule, von welch Stärke ihrer Wirkungen abhängt, Zahl der Schichtungen, der Berührungsfläche der Metallplatten mit dem feuchten L und Beschaffenheit dieses letzteren selbst sich verändern, in diesem verschiedenen Verhältnisse der Grund selbst liegt man die Verstärkung einzelner Wirkungen möglicher W ner Vergrösserung ins Unendliche fähig annehmen muss. einer Kupfer-Zinksäule von etwa $1\frac{1}{2}$ Quadratzoll Berüh fläche mit dem feuchten Leiter, der in Form von Pappsch von der Dicke einer Linie angewandt wurde, fand sich für Art der Wirkung, nämlich die Funken und damit gegebene brennungserscheinungen von Metallen, die Wasserzersetzu Gasröhren mit Golddrähten, deren Enden eine Linie von e der abstanden, (wobei die Weite der Glasröhre nicht näher gegeben ist, die jedoch auf das jedesmalige Maximum g falls ihren Einfluss ausüben muss) und die Erschütterung

1 Ph. ch. Abh. III. 362.

um in der Anzahl der Schichtungen, über welches hinaus
irkung nicht mehr zunahm, sondern vielmehr abzuneh-
chien. Dieses Maximum trat am frühesten für die Funken
erbrennungserscheinungen ein, dann für die chemische
ung, und war kaum für die Erschütterungen zu finden;
erte sich indefs nach Verschiedenheit des feuchten Leiters,
war fiel es um so weiter hinaus, ein je besserer Leiter die
ndte Flüssigkeit war (von denen jedoch nur 4, Salmiak-
ng, Kochsalzauflösung mit Lackmusdecoct und Rindsgalle,
lzauflösung und Brunnenwasser angewandt wurden, de-
ungsvermögen in dieser Ordnung abnimmt). Zur Er-
ng mögen hier folgende Versuche stehen. Ritter baute
ule von 1000 Lagen, deren Pappscheiben mit einer Brühe
ochsalzlösung, Lackmusdecoct und Rindsgalle befeuchtet
, er vertheilte sie in 10 kleinere Säulen, jede von 100 La-
d verband sie dann auf die bekannte Weise (Nr. 69) zu
einigen grofsen Säule. An dem obern positiven Ende ei-
den einzelnen kleinern Säule hing er ein Goldblättchen
nd fing nun an erst 100, dann 200, dann 300 Lagen und
n in den schliefsenden Kreis zu nehmen. So fand er ein
mm der Verbrennung bestimmt zwischen 200 und 300 La-
Über diese hinaus wurden zwar die Funken (mit Eisen ge-
en genommen) noch eine Zeit lang dem äufseren Anse-
ch gröfser, aber sie verloren stets mehr an Energie am
e, bis zuletzt alle 1000 Lagen zusammen kaum noch eine
e wahrer Verbrennung zeigten, und die geringe Wir-
Funkens auf das Goldblatt eine noch blofs mechanische (?)
schien. Die Wasserzersetzung nahm von 100 zu 100
n, doch nach und nach immer weniger und bei 600 La-
d sie mit der Erreichung eines Maximum für diese ganze
e still. 700, 800 Lagen und so fort wirkten schon wie-
chwacher und alle 1000 beträchtlich schwächer als vorher
00. Für die Schläge war dagegen kein Maximum zu fin-
d sie wuchsen an Stärke noch so auffallend nach dem
er Säule zu, dafs man vermuthen konnte, das Maximum
er 1000 weit hinaus. Selbst bei 1500 Lagen einer Säule
eicher Construction war das Maximum nicht zu finden,
enn die mit Eisen armirten Hände blofs mit Wasser be-
t waren.

i Kochsalzauflösung lag das Maximum für die Funken

bei 200, für die Wasserzersetzung bei 300; 1000 wirkten
noch wie 300.

Bei Salmiakauflösung lag das Maximum für die Fun
zwischen 600 und 800, von wo an sie erst anfingen an
abzunehmen, für chemische Zersetzung selbst noch nicht
2000. Die Erschütterungen nahmen bis zu 2000 noch so
Heftigkeit zu, dafs nach der Analogie zu erwarten war,
Maximum werde sich erst bei 18000 bis 20000 Lagen
Bei Brunnenwasser endlich trat für Funken schon zwischen
bis 200 das Maximum ein, indem er, von Eisen zu Eisen
nommen, ganz ohne rothe Seitenstrahlen war, und mehr
weniger ein blafsblaues Kügelchen bildete, welches wuch
wuchs, und immer blauer und zugleich durchsichtiger
bis es bei 1000 Lagen auch seinem Geräusche nach die
Aehnlichkeit mit einem sehr kleinen Funken einer sehr
geladenen Leidner Flasche hatte. Für die Wasserzer
war die Wirkung scheinbar zwar zunehmend bis zur 10
Platte, wenn man jedesmal eine kurze Zeit im Kreise ver
wenn man aber auf die 3 bis 8 Minuten fortdauernde
sieht, zwischen 100 und 200, indem wenn man weiter
kommt, diese fortdauernde Action nach sehr schneller
bald gänzlich fehlt, bei 1000 Lagen endlich sich auch
eine Spur mehr davon findet, und nach Oeffnung der
Zwischenraum von 10 bis 15 Minuten eintreten mufs,
der neuen Schliefsung wieder einige Action zum
kommt; für die trockenen Hände lag das Maximum
nicht bei 1000, bei mit Wasser befeuchteten und mit
armirten Händen aber zwischen 600 und 700, so dafs
schütterungen bei 900 Lagen schon weit schwächer wa
mit Kochsalz befeuchteten Händen schon zwischen 5
600, bei mit Salmiak befeuchteten Händen gar schon
schen 300 und 400, und zwar so, dafs in allen diesen
nach einem Maximum der Schlag schnell an Energie
aber zugleich an Extensität zunahm, indem die Schl
mehr über den ganzen Körper verbreiteten, dabei aber
trüber und leerer wurden, bis sie endlich von dem Schl
ner sehr kleinen, aber stark geladenen, Leidner Flasche
mehr zu unterscheiden waren.

Alle diese Maxima verändern sich aber sogleich mit
gröfserung der Oberfläche der Plattenpaare, sie rücken

alle angegebene Wirkungen weiter hinaus, und zwar in
r Ordnung; bei doppelt so grofser Oberfläche, wie die an-
e, ist das Maximum noch einmal so weit hinausgerückt,
gleich diese Maxima gröfser, als bei schmalen Platten sind;
t jede bestimmte Lagenzahl auch bestimmt eine Grenze der
die nicht überschritten werden darf, wenn kein unnöthiger
d von Materialien statt finden soll; und zwar liegt für jede
te Lagenzahl diese Grenze um so näher, je besser die
keit leitet, welche die Plattenpaare scheidet. Dabei äu-
ch die Beschaffenheit des leitenden Bogens ihren Ein-
besser dieser selbst leitet, um so weiter fällt diese Grenze
imums durch Vergröfserung der Oberfläche der Platten
Mit der Ueberschreitung dieser Grenze in der Breite der
are nimmt aber die Wirkung in keinem Falle wieder ab,
der Ueberschreitung dieser Grenze in der Zahl der Schich-
. Bei bestimmten Dimensionen der Elemente einer Säule
ach ihre Action Grenzen, die sich nicht überschreiten
r jede gegebene Höhe der Säule giebt es eine bestimmte
derselben, bei welcher sie ein Maximum von Wirkung
dessen Vortheile man durch jede Ueberschreitung des
der andern beeinträchtigt, sobald man eine ohne die an-
gröfsert. Es giebt aber ein Verhältnifs, nach welchem
e zugleich und geradezu bis ins Unendliche vergröfsern
ne für die Verstärkung der Wirkung eine Grenze zu
Dieser letzte Schluss scheint mir jedoch so wenig durch
ndenen Erfahrungen, als durch das Räsonnement sich
gen zu lassen. Allerdings giebt es für die Zunahme
nung, so weit die Versuche gehen, und die Theorie
leiten kann, keine Grenze in der Zahl der Schichtun-
ld aber die Spannung einen Grad erreicht haben wür-
der Widerstand der Luft die E. nicht mehr zurückhal-
. so würde sich die Säule in dem Falle einer bis zur
geladenen Leidner Flasche befinden, und man würde
gen neuer Schichten nichts mehr gewinnen, weil das,
ihr Spannung zunehmen würde, sich durch Ausströmen
den Augenblicke auch wieder verlieren müfste. Aber
en abgesehen, kann man doch nicht behaupten, dafs
durch Vermehrung der Zahl der Schichtungen ins Un-
hat Verstärkung erhalten können, wenn man nur im-
die Oberfläche in dem angemessenen Verhältnisse ver-

gröſserte. Zwar ist es keinem Zweifel unterworfen, daſs
der Theorie kein Grund liegt, eine Grenze der Verstärkung
Action in der Ausdehnung der Oberfläche anzunehmen,
diese Vergröſserung im Grunde identisch ist mit einer
schen Addition einzelner Säulen, wenn man von einer Säule
irgend einer bestimmten Oberfläche der Plattenpaare z. B.
einem Quadratzolle ausgeht, indem dann eine Säule von 8
dratzollen vollkommen das Aequivalent von 8 solchen
u. s. f. seyn würde, da es keinen Widerspruch leidet, daſs
Action von 8 solchen Säulen achtmal so groſs seyn muſs,
von einer einzelnen bei stets gleicher Anzahl von Plattenpa
ganz anders ist aber der Fall bei der Ausdehnung der
der Längendimension, wo allerdings die Leitung im
nisse der Anzahl der Schichtungen so abnehmen kann, daſs
was durch Zunahme an Spannung für die Beförderung
Stromes gewonnen wird, mehr als verloren geht, durch
dem neuen Plattenpaare vermehrte Retardation dieser
woraus sich von selbst ergiebt, daſs bei fortdauernder
serung in der Breitendimension irgend eine weitere
rung in der Anzahl der Schichtungen immerfort in einem
gengesetzten Sinne wirken könnte. Endlich ist hierbei
berücksichtigen, daſs gewisse Wirkungen der Säule,
mentlich die magnetischen, und vielleicht auch manche
sche, so genau an eine gewisse Intensität oder Spannung
gebunden seyn können, daſs bei einer groſsen Verstärk
selben sie gänzlich wegfallen würden; was wenigstens
ersteren durch die unter dem Artikel: *Elektromagnetis*
geführten Erfahrungen als wirkliche Thatsache sich
geben hat.

B. Theorie des verstärkten Galvanis oder der vielfachen Kette.

96. Die Theorie des verstärkten Galvanismus hat
weisen: a. wie durch die bestimmte Construction der
d. h. durch Aneinanderreihung mehrerer einfacher Ketten
ander nach einem für alle Volta'sche Apparate gleich
Schema, die Action der einfachen Kette in dem Grade
werden muſs, wie die Säule sie in ihren Wirkungen
mit denen der einfachen Kette zeigt; b. aus dem für die

ng im Allgemeinen aufgestellten Principe zugleich den Ein-
der verschiedenen Momente, die bei der Säule in Betracht
ern, und mit deren Abänderung jene Wirkungen sich dem
e und der Art nach abändern, begreiflich zu machen. Man
sieht leicht, dafs die verschiedenen Ansichten von der Art
Vorgangs in der einfachen Kette oder von dem Wesen der
ten galvanischen Action nothwendig auch den Theorien
verstärkten Galvanismus eine verschiedene Gestalt geben
n. doch liefse sich bei aller Uebereinstimmung in der Theo-
r einfachen Kette noch eine Verschiedenheit des Princips
Vervielfachung denken, wie es auch wirklich der Fall ge-
n ist. Indem ich aber die verschiedenen Theorien des
ten Galvanismus in der Kürze vortrage, werde ich zu-
Gelegenheit haben, noch diejenigen Thatsachen nachzu-
, die auf eine mehr specielle Weise als Beweise für oder
angeführt worden sind, und nach dieser Prüfung durch
sammenhalten mit den vollkommen ausgemachten Datis
fahrung wird man am besten im Stande seyn, zwischen
en zu entscheiden, und das Gewisse von dem noch Zwei-
en und Problematischen zu sichten.

90. Volta glaubte eine genügende Erklärung der ver-
n Wirkung der Säule durch eine blofse Addition oder Sum-
g der el. Erregungskraft zweier Körper in der Berührung
nder, oder der Impulsionen, welche von zwei solchen
n der eine auf den andern ausübt, gefunden zu haben,
dition, welche dadurch möglich wird, dafs die Erreger
lvanismus in wenigstens zwei Classen zerfallen, trockene
chte Erreger: wovon zwar jene unter sich eine grofse
chaftliche in Nr. 19 und 23 näher charakterisirte Span-
nhe mit einander bilden, die letzteren aber einem andern
ngsgesetze mit jenen folgen, als die trockenen Erreger
ich selbst beobachten. Werden je zwei Erreger der er-
Classe in gleichbleibender Ordnung über einander geschich-
n kann, wie grofs die Zahl dieser Paare auch seyn mag,
ne gröfsere Wirkung als von einem einzelnen Paare ent-
, weil die Impulsionen sich wechselseitig immer wieder
ben, und die ganze Reihe hiedurch das Gleichgewicht ge-
einander halten. Schichtet man z. B. zwei Plattenpaare
K Z, K' Z' über einander, so wird man nur die Wirkung des
n Plattenpaares in Anhäufung der E. in dem obersten Zinke

haben, weil die Wirkung des K, von unten her durch Zink
E, anzutreiben, und bis zu einem gewissen Grade von Sp
nung in der Richtung von unten nach oben anzuhäufen,
die Wirkung des zweiten K′ aufgehoben oder balancirt
und also blofs die einfache Wirkung des K′ auf das zwei
übrig bleibt. Dieses Räsonnement gilt auf gleiche Weise,
grofs auch die Anzahl der aufeinanderfolgenden Platten
seyn mag, indem für jedes neue Paar die schon über
der geschichteten immer nur den Werth von K Z haben.
man eine solche Reihe mit einer Kupferplatte endigen, so,
also die Metalle an beiden Enden von gleicher Beschaf
sind, so würde man gar keine Wirkung haben, weil für
oberste Platte alle unter ihr befindliche Plattenpaare aber
nur die Wirkung eines einzelnen Plattenpaares haben, die
seine gleiche Entgegenwirkung aufgehoben werden mufs.
man aber zwischen diese beiden Plattenpaare K Z; K′ Z
feuchten Zwischenleiter, z. B. eine mit Brunnenwasser be
tete Tuch- oder Pappscheibe, so verändert sich sogleich
Da nämlich zwischen dem Wasser und dem Zinke, so wie
Kupfer nur eine höchst schwache el. Erregung solcher Art
nur eine höchst schwache Impulsion der E. von dem einen
andern statt findet, so tritt von der Flüssigkeit gegen die
pulsion des K auf das Z nur eine höchst schwache Ent
wirkung ein, die Pappscheibe läfst diese Impulsion von
nach oben nur mit dem kleinen Unterschiede, den ihre
galvanische Wechselwirkung hervorbringt, und der
in einer kleinen Schwächung, wenn die Impulsion
Flüssigkeit gegen das Zink statt findet, oder auch in ein
satze besteht, wenn umgekehrt die el. Impulsion von dem
gegen die Flüssigkeit ausgeübt wird, durch sich durch,
auf das K′ über, dessen schwache Wirkung auf die Flü
immer auch nur einen solchen kleinen Unterschied von
positiven oder negativen Werthe veranlassen kann; hier
dirt sich nun die Wirkung, die das K′ schon für sich
Z ausübt, womit sich dann eine verstärkte Anhäufung
ein verstärkter Drang, der in den Z′ durch diese ver
Impulsion gespannten E., sich nach aufsen ins Gleichge
setzen, ergiebt. Diese Verstärkung mufs gleichmäfsig
dem neuen Plattenpaare, vorausgesetzt, dafs die zwei auf
der folgenden allezeit durch einen feuchten Zwischenleiter

ieden sind, in arithmetischer Progression mit der Zahl der ttenpaare zunehmen, weil jedes neue Paar nur dieselbe Wirg hinzubringt.

Da die feuchten Leiter, von welcher Art sie auch seyn mö-, nicht zu einerlei Spannungsreihe mit den trockenen Erren gehören, so wird, welches Paar von trockenen Erregern welchen feuchten Leiter man auch nehmen mag, aus der gleichung der auf einander folgenden a b f a stets ein Uebergeht der Impulsionen nach der einen oder andern Seite erfol-, welches durch die Fortsetzung der Schichtungen in derselOrdnung eine Addition zuläfst.

Man sieht von selbst, dafs in jeder solchen dreigliedrigen le das eigentliche Element der Säule durch die Ordnung bemt wird, in welcher die drei Körper, die in der Säule mit nder combinirt sind, durch ihre Wirkung auf einander die haufung und den Drang der E. in der einen oder der andern htung bestimmen. So ist in der Zinkkupfersäule das wahre ment der Säule KZf und nicht KfZ, weil die Vervielfang durch die Aneinanderreihung und Uebereinanderschichg von KZf und nicht von KfZ erfolgt, und die kleinste le, die auf diese Art errichtet werden kann, wird durch das ema KZfK'Z' dargestellt, während die Uebereinanderchtung KfZK'f'Z' nur noch das Aequivalent einer einfa Kette ist. Nach dem ersten Schema hat man in der That Verdoppelung der el. Erregung, die vorzugsweise und so wie ausschliefslich durch die Metalle in ihrer unmittelbaren ührung mit einander begründet, und unmittelbar durch den densator nachzuweisen ist, während die nach dem zweiten ma construirte kleinste Säule den Condensator mit der en Spannung eines einzigen Plattenpaares ladet.

Die Lage der Pole der Säule wird eben darum auch durch respective Lage der Metalle, die sich unmittelbar berühren, timmt. In der ersten Zeit nach der Erfindung der Säule, in cher man sie gewöhnlich nach dem Schema KfZ — — — KfZ errichtete, indem man mit dem einen Metalle anfing mit dem andern schlofs, wurden die Pole ganz uneigentlich h der Beschaffenheit dieser beiden Endplatten, also im vorenden Falle der untere, der Kupfer- (Silber, sofern man im lange sich gewöhnlich noch silberner Münzen bediente) der der Zinkpol benannt, da vielmehr der wahre Zinkpol

(+ Pol) in einer so construirten Säule nach unten, der wah… Kupfer- (Silber-) Pol nach oben gelegen ist, und die bei… Endplatten an und für sich nichts zur Verstärkung der Säule b… tragen, sondern nur die Rolle von Leitern verrichten. Re… NOLD [1] führte aber damals schon streng den Beweis durch I… duction, dafs die Pole nach dem Schema K Z f bestimmt w… den müssen, indem sowohl offene als geschlossene Ketten s… wohl in Hervorbringung des chemischen Processes (Oxyda… als in Reizung von Froschpräparaten sich nur dann thätig z… ten, wenn die beiden Metalle sich unmittelbar berührten, s… führte er die Kette aus einem Metalle und zwei Flüssigk… f M F auf die Ketten aus zwei Metallen und einer Flüssig… zurück, indem er zeigte, dafs das eine Metall eigentlich in z… zerfalle, indem es mit der der einen Flüssigkeit zugek… Fläche sich positiv, mit der andern negativ verhalte, so d… das wahre Schema dieser Kette gleichfalls sey: f m M F.

Alle Gesetze der el. Aeufserungen der Säule, sowohl … offenen isolirten, als auch der einseitig abgeleiteten, … der partiell und total geschlossenen ergeben sich eben so … aus dem Principe der Verstärkung combinirt mit dem Pri… dafs die Kraft eines einzelnen Paares von Erregern die el. … theilung durch Impulsion der E. von dem positiven zum n… ven Erreger nur bis zu einem bestimmten Spannungsunters… hervorzubringen vermag. Setzen wir den Spannungsunter… zwischen Kupfer und Zink = 1, so ist begreiflich die G… der Vertheilung der E. in dem einzelnen isolirten Platt… + ½ Z — ½ K. Wird eine zweite Kupferplatte, die durc… nen feuchten Zwischenleiter von der ersten Zinkplatte g… den ist, aufgelegt, so bringen die beiden Gesetze, das der … theilung der E. des Zinks durch Hülfe des feuchten L… das zweite Kupfer, welches auf Setzung gleicher el. Sp… in ihnen hinwirkt, und das auf die ununterbrochene U… tung des ursprünglichen Spannungsunterschiedes zwisch… und K = 1 hinwirkende Gesetz eine neue Vertheilung der … türlichen Antheils der E. in diesen beiden Platten hervor. … diesen beiden Gesetzen ist nur Genüge geleistet, wenn die … der Spannungen — ½ K + ½ Z + ½ K' ist; eine zweite … platte mufs nothwendig abermals die Spannungen ändern, …

1 G. X. 201.

um jenen beiden Gesetzen zu genügen, die Werthe von
A 0Z0K + 1Z annehmen müssen. Immer wird, da die
ung der E. nach der einen Seite nur auf Unkosten des
chen Antheils der E. = 0 geschieht, der Mangel nach der
n Seite hin, oder das — mit dem + sich wieder vollkom-
n 0 ausgleichen müssen, wenn sie durch irgend einen
ng zusammentreffen können, oder sie müssen wenigstens
r Berechnung mit einander 0 geben. So wie die kleinste
, die überhaupt existiren kann, jene von zwei Plattenpaa-
ch in zwei Hälften mit gleichen entgegengesetzten Polen
n beiden Enden theilen läfst, so mufs dieses für jede
noch so ausgedehnte Säule auf gleiche Weise gelten, und
Spannungen von beiden Enden aus, müssen sich so ver-
, dafs die Elektricitäten der durch den feuchten Leiter ge-
nen Platten einander gleich (vermöge des Gesetzes der
lung) die Spannungsunterschiede zweier an einander
nder Platten = 1 vermöge des Gesetzes der galvanischen
ng zwischen den beiden Elektromotoren und die Unter-
e der Spannungen der auf einander folgenden gleichnami-
ten von den Polen aus gerechnet gleichfalls = 1 sind
r des Gesetzes der Summirung mit von beiden Enden
nehmender Spannung bis zum mittleren 0, weil das +
aus 0 selbst hervorgegangen sind. Aus der Gleichheit
Spannungen der beiden Pole, wovon die eine negativ,
re positiv ist, und aus dem allgemeinen Gesetze, dafs
nungen der auf einander folgenden gleichnamigen Plat-
n eben so grofsen Unterschied unter einander zeigen, als
terschied der Spannungen der einander unmittelbar be-
den heterogenen Metalle ist, folgt nothwendig, dafs bei
leitenden Berührung des einen oder andern Pols die Span-
des entgegengesetzten auf das Doppelte steigen mufs, in-
der ableitend berührte Pol auf 0 herabgesunken ist, die
hältnisse der Spannungsunterschiede durch die ganze Säule
rch wegen unverändert fortdauernder Wirkung jener drei
gesetze aber die gleichen bleiben müssen, also auch der
nungsunterschied zwischen den beiden Polen, ein Span-
unterschied zwischen 0 und ± 1 aber einem Spannungs-
schiede zwischen einem + und — die einander gleich sind,
nur an Gröfse gleich bleibt, wenn das + oder — doppelt so
gewordem ist, als es vorher gewesen war.

Gerade so, wie in der einfachen Kette, streben die el. G
gensätze von den Polen der Säule aus, sich wieder ausz
chen, aber nicht nach dem Innern der Säule, von wo aus
Vertheilung, die Anhäufung einerseits, und die Entziehung
dererseits, bewirkt worden ist, sondern nach aufsen hin.
Sinne der Theorie einer einzigen Materie, welche Volta
nimmt, strebt der Ueberfluſs der positiven Seite sich zu e
fsen, der Mangel sich von aufsen her wieder zu ersetzen,
dieses gemeinschaftliche Streben, verbunden mit der imm
thätigen elektromotorischen Kraft der Erreger, ist es, w
der Schlieſsung der Säule den fortdauernden el. Strom und
jene aufserordentlichen Wirkungen, die von der Säule a
gen, gerade so wie in der einfachen Kette, begründet.
trotz der so ausnehmend schwachen el. Spannung doch
die Volta'sche Säule so aufserordentliche Wirkungen her
bracht werden können, worin sie auch die mächtigsten El
sirmaschinen übertrifft, davon liegt der Grund in der auf
dentlichen Quantität von E., welche die Säule mittheilt,
eben in dieser aufserordentlichen Quantität, welche aus
gleichsam unerschöpflichen Quell sich ergieſst, aber
die immer nur mit höchst schwacher Spannung auftritt, li
Grund der so ganz eigenthümlichen Wirkung derselben,
zum Theil so auffallend von denen einer mit grofser Sp
begabten E. der zu einem hohen Grade von Spannung ge
Conductoren unserer Maschinen und der Leidner Flasch
terscheiden. In dieser Hinsicht läſst sich die Volta'sch
am besten mit einer Batterie von aufserordentlich grofser
cität vergleichen, die zu einer eben so schwachen Sp
geladen ist, wie die Säule selbst, und deren Wirkungen
falls mehr von der Quantität der enthaltenen E. als v
Spannung abhängen. Der wesentliche Unterschied z
beiden liegt nur darin, daſs die Batterie einmal entladen,
nicht wieder laden kann, während die Säule in sich d
mögen hat, sich immer wieder von neuem zu laden u
dauernd zu entladen. Diese Quantität rührt aber nich
von einer in der Säule auf ähnliche Weise, wie in ei
chen Batterie, vorher gebunden gewesenen, latenten
die im Augenblicke der Entladung erst in Freiheit gese
sondern von einer fortdauernden Entbindung und Freim
aus dem O durch die fortdauernd auf Unterhaltung und W

mlang freier Spannung hinwirkende elektromotorische Kraft
ir.oger, und davon abhängigem fortdauernden Zuströmen
eben so gleichzeitigem Ausströmen aus dem positiven Pole
Einströmen in den negativen. Da alle jene merkwürdigen
angen der Säule davon abhängen, dafs eine Zuleitung vom
ven nach dem negativen Pole statt findet, so ersetzt sich
Volta die Säule gleichsam aus sich selbst, indem die im-
wieder zur Säule zurückkehrende E. unaufhörlich wieder
nem verwendet werden kann. Aber eben darum hängen
Wirkungen der Säule so wesentlich von den Bedingungen
Leitung in ihr selbst ab, und auf blofse Modificationen des
gsvermögens sucht Volta vorzüglich den Einfluſs aller
Momente, deren Verschiedenheiten Abänderungen in der
samkeit der Säule zur Folge haben, zurückzuführen; so
, je gröſser das jedesmalige Quantum von Leitung in dem
Kreise ist, das durch die Säule selbst und den schlie-
Bogen zusammen genommen gegeben ist, um so gröſser
die Wirksamkeit der Säule ausfallen müsse.

So erklärt Volta namentlich die Verstärkung der Wirkung
solche Flüssigkeiten als Zwischenleiter, welche als bes-
Leiter der E. bekannt sind, wie namentlich Salmiakauflö-
, verdünnte Säuren, vorzüglich auch den Einfluſs der Ver-
rung der Berührungsfläche der flüssigen Leiter mit den
motoren, namentlich auf Verstärkung der physischen
gen vorzugsweise von den physiologischen und chemi-
Unter dem Artikel: *Leiter*, wird nachgewiesen werden,
die Flüssigkeiten, auch die am besten leitenden, doch ei-
hunderttausendmal schlechter leiten, als die Metalle, dafs
ihr Leitungsvermögen zugleich mit der Ausdehnung ihrer
fläche und mit der Verkürzung der Länge der Schichten,
welche die durch irgend einen Proceſs in Bewegung ge-
E. durchströmen soll, zunimmt. Mit der Vergröſserung
Platten und der damit gleichlaufenden Zunahme der Berüh-
gsfläche des feuchten Zwischenleiters mit denselben mufs also
wendig die Menge der E, die durch die Säule hindurchge-
ben wird, zunehmen, und in dem Verhältnisse dem Schlie-
ngsdrahte, welcher beide Pole mit einander verbindet, in
gerer Menge zugeführt werden können, und bei dem so
ordentlich viel gröſseren Leitungsvermögen der Metalle als
Flüssigkeiten, wird die Zunahme der von der Quantität der

durchströmenden E. abhängigen Wärmeerzeugung, so wie
Lebhaftigkeit des Verbrennens der Drähte und die Gröfse
wohl der Verbrennungsfunken als der eigentlich el. Funken
eher ihre Gränze haben, als bis die Durchschnitte der feuch
Pappscheiben und der Drähte im umgekehrten Verhältnisse
res Leitungsvermögens für E. stehen. Daher auch die E
hung der Wirkung der grofsplattigen Apparate im Drahtsch
zen u. s. w. durch Anwendung gut leitender Flüssigkeiten,
auch die feinsten Drähte verhältnifsmäfsig immer noch gu
nug leiten, um die schneller zugeführte E., oder was ei
ist, die gröfsere Quantität derselben aufnehmen, und durch
durchleiten zu können; aber eben darum können die gal
schen Schläge nicht in gleichem Verhältnisse zunehmen,
die einzelnen Finger, wenn man mit diesen schliefst, vi
schlechte Leiter sind, um das ganze Quantum von E., da
Anwendung solcher grofsen Platten zugeführt werden k
aber nur mit einer so äufserst geringen Kraft angetrieben
aufzunehmen und fortzuleiten. Daher nehmen aber auch
Säulen aller Art sogleich die Erschütterungen zu, wenn
Leitungsvermögen der entladenden Organe vergröfsert,
man die Hände mit gut leitenden Flüssigkeiten befeuchtet,
durch Metallmassen entladet, die man mit einer so gr
Fläche als möglich umspannt. Es erklärt sich aus dem
Principe der Leitung, warum in einer mit blofsem W
füllten Gasröhre das Quantum der Zersetzung nicht in
gleichen Verhältnisse mit der zunehmenden Gröfse der
wächst, warum die Verstärkung auffallender wird, we
Leitungsvermögen des Wassers durch Auflösen von Sal
demselben vermehrt wird, warum die Wirkung so sch
nimmt mit der Verengerung der Gasentbindungsröhre,
Entfernung der Drähte von einander, womit die Läng
Wassercylinders, welcher die E. zu leiten hat, und dam
Retardation zunimmt u. s. f. Was noch insbesondere die g
nischen Schläge betrifft, so hat Volta sehr gut aus einand
setzt, wie allerdings eine solche grofse Quantität von E.,
die Säule auch in höchst kurzer Zeit sie mitzutheilen ver
die wahre Ursache davon seyn kann. Es ist nämlich klar,
bei jeder Entladung einer Leidner Flasche, einer Batterie,
Erschütterung, die wir jedesmal nur in einem untheilbaren
genblicke zu erhalten glauben, doch nur die Wirkung

ensiven, wenn gleich mit aufserordentlicher Schnelligkeit
lgenden Uebergangs der el. Materie ist, weil man doch auf
en Fall der el. Materie eine unendliche Schnelligkeit in ih-
Bewegung zuschreiben kann, und dafs eben deswegen die
chiedenen Quanta von E. der einfachen Leidner Flasche und
r so vielmal gröfsern Batterie eine verschiedene Zeit zum
rgange nöthig haben werden. Dafs für uns der Schlag nur
ientan zu seyn scheint, rührt offenbar davon her, dafs die
ell auf einander folgenden Impressionen für das Bewufst-
su einer einzigen coalesciren, wie es überhaupt eine Ei-
ümlichkeit unsers Empfindungsvermögens ist, dafs ein
ruck eine endliche Zeit fortdauern mufs, wenn er eine be-
te Empfindung erzeugen soll. So ist es auch mit der Ent-
ng der Säule. Die Menge von E., welche in jedem einzel-
kleinsten Zeittheilchen übergeht, würde an und für sich
unfähig seyn, uns zu afficiren, aber die Einwirkung der
en Quantität von E., welche in dem endlichen Zeitraume
geht, welcher zur Erzeugung einer Empfindung erforderlich
fliefst für uns zu einem Totaleindrucke zusammen, der die
hütterung ausmacht. Diese Erschütterung mufs nothwen-
um so heftiger seyn, je vollkommner in Beziehung auf das
malige Vermögen unsers Körpers E. aufzunehmen und fort-
ben die Zuleitung selbst ist, oder je vollständiger das, was
dem Augenblicke abgeleitet wird, sich wieder ersetzt; und
dieser Hinsicht kann man allerdings behaupten, dafs wir noch
e Batterie gefunden haben, die nur bis zu demselben schwa-
Grade von Spannung, wie die mit ihr verglichene Säule
ben, eine eben so starke Erschütterung ertheilt hätte, als
t nur eine mit Kochsalzauflösung geschichtete Säule von
K von 2 Quadratzollen Oberfläche, zum Beweise, dafs
t eine solche Säule in gleicher Zeit mehr E. mittheilt, als
solche Batterie. Dafs der galv. Schlag indefs, wie jeder
re el. Schlag, doch nur gleichsam momentan erscheint, und
ohngeachtet des fortdauernden Einströmens, wie diese
rie annimmt, doch keine fortdauernde Erschütterung em-
en, rührt theils daher, dafs im Augenblicke der Entladung
, eben weil sie eine gewisse Spannung hat, mit einer
rn Intensität wirkt, als im nachfolgenden Augenblicke,
so einigermafsen mehr und mehr abnehmend, und nur die
irkung eines mit einer gewissen, wenn auch sehr schwa-

chen Intensität wirkenden E. durch das Zusammenfliefsen d schnell auf einander folgenden, einzeln gleichsam verschw denden Eindrücke zu einem Totaleindrucke eine Erschütter zu geben vermag, theils daher, dafs die jedesmalige Empfä lichkeit für die Apperception des Schlags durch diesen glei sam selbst erschöpft wird; bald aber folgt dann die Empf dung des mehr gleichförmigen, mit geringer Intensität wirk den Stromes, dessen Thätigkeit sich in den im Nr. 94. naher zählten Erscheinungen so deutlich zu erkennen giebt. Dafs üb gens der Strom von den kleinblattigen Säulen, wie Biot frü angenommen hatte [1], mit gröfserer Geschwindigkeit begabt i als der von grofsen Platten, weil die kleinen Platten gleich schon mehr wie Spitzen wirken, und die E. leichter herge die grofsen dagegen dieselbe nur mit Schwierigkeit, dieses wi spricht allen bekannten Gesetzen der Mittheilung der E., da ebenen Flächen die Gröfse derselben hierin keinen Unterschi macht, sondern dieser nur für gekrümmte eintritt, die allerd um so leichter mittheilen, je kleiner der Radius ihrer Kr mung ist, und je mehr sie von den ebenen, die gleichsam nem unendlich grofsen Radius angehören, abweichen. Es auch ganz gegen die Erfahrung, was damals von Biot beha tet wurde, dafs selbst bei gleich bleibender Anzahl von Schi tungen die Erschütterungen abnehmen, indem die Oberf der Metallplatten zunimmt.

100. Diese Theorie Volta's, besonders in Hinsicht den Hauptpunct der grofsen Quantität von E., welche die S in einer gegebenen Zeit mitzutheilen im Stande ist, und w sie auch die wirksamsten Elektrisirmaschinen bei weitem n treffen soll, ist auf eine sehr interessante Weise durch die V suche über die augenblickliche Ladung von grofsen Batte bestätigt worden. Diese Versuche wurden zuerst im Gro auf Veranlassung Volta's, der sie als einen sichern Probir der Richtigkeit seiner Theorie ansah, von van Marum Pfaff im Teyler'schen Museum angestellt [2] durch Verbind des innern Belegs einer Batterie, bald mit dem positiven, mit dem negativen Pole einer Volta'schen Säule. Während andere Pol ableitend berührt wurde, konnte eine solche el. B

1 G. X. 27.
2 Ebend. 135.

durch eine augenblickliche Berührung zu derselben Span-
wie die Säule selbst, geladen werden. Da sechs augen-
liche Berührungen des Condensators der kleinen Teyler'-
Maschine[1], welcher während fortdauernder Umdrehung
schine vor jeder solchen Berührung mit einem isolirten
r von der Batterie aus unmittelbar vorher jedesmal mit
ger ableitend berührt wurde, um sicher zu seyn, dafs
terie nur diejenige E. zugeführt werde, welche während
Berührung dem Conductor durch die Umdrehung der Ma-
selbst erst ertheilt wurde, nöthig waren, um eine gleiche
von 137¼ Quadratfufs Belegung zu derselben Spannung
n, wie eine Zinksilbersäule von 200 Schichten von 1½
zoll und Pappscheiben mit Salmiakauflösung getränkt,
gt VAN MARUM die Menge der E., welche die Säule
mal so grofs an, wie die seiner kleinen Maschinen, und
so grofs als die der grofsen Teyler'schen Maschine in ih-
heren Zustande; und, da diese durch die späteren Ver-
ngen in ihrer Kraft, Batterien zu laden, auf das fünffache
ht worden war, zu ⅕ der Menge, welche letztere giebt.
diese Art der Berechnung läfst sich nur einwenden, dafs
genannten augenblicklichen Berührungen in beiden Fäl-
noch einen sehr verschiedenen Werth haben konnten,
nur nach unserm beschränkten Vermögen, die Zeit
beobachtung zu theilen, nicht weiter bestimmen können.
den Fall geben jedoch diese Versuche einen hinlänglichen
von der aufserordentlichen Quantität von E., welche eine
che Säule mitzutheilen vermag. Diese Versuche wurden
TTER mit einer noch gröfsern Säule von 600 Plattenpaa-
von 1½ Quadratzoll Berührungsfläche mit dem feuch-
ter gewöhnlich aus Kochsalzauflösung und Lackmusde-
einer el. Batterie von 20 Flaschen, zusammen von 34½
Quadratfufs wiederholt. Die Verbindung geschah entweder
ikommen isolirter Säule, indem das eine Beleg mit dem
Pole durch einen isolirten Leiter verbunden und zwischen
andern Belege und dem andern Pole durch einen isolirten
oder durch die Hände geschlossen wurde, oder indem
leitender Berührung des einen Pols das innere Beleg von
andern Pole aus geladen wurde. Wenn in dem ersten

[1] S. dieses Wörterbuch III. Bd. 1. Abthlg. S. 443.

Falle ein Elektrometer mit den Polen der Säule in Verbin
war, so war im Augenblicke der Schliefsung nicht die geri
noch so schnell vorübergehende Abnahme der Divergenz des E
trometers zu bemerken. Wurde durch die Hände die L
vermittelt, so empfand man eine Erschütterung (Ladungsc
welche, wenn der feuchte Zwischenleiter der Säule ein g
Leiter, wie Salmiakkochsalzauflösung u. d. gl. war, stets
Heftigkeit den Schlag von der nachherigen Entladung de
Batterie mit denselben befeuchteten Händen übertraf. Wa
Zwischenleiter dagegen ein schlechter Leiter, wie Brunnen
ser, oder hatte die Säule schon einige Tage gestanden, so
vielmehr der Entladungsschlag stärker. Wurde die L
durch einen Draht vermittelt, so zeigten sich schwache k
sende Ladungsfunken von 4 — 5 L. Durchmesser, die, w
die Batterie schon einige Tage gestanden hatte, immer k
und kleiner wurden und endlich ganz verschwanden, wä
bei der Anwendung eines gleichen Eisendrahts zur Entl
der el. Batterie der dabei entstehende Funken, wenn n
Volta'sche Säule noch ihre ursprüngliche Spannung gehabt h
die sie bekanntlich mehrere Tage hindurch unverändert beibe
kann, sich immer von gleicher Gröfse zeigte und zwar von 14
Lin. Durchmesser, stark knackend, roth, sonnenähnlich,
einem blauen Kern in der Mitte, gerade wie die Funken,
che sich bei der Entladung starker Volta'scher Säulen z
Ritter machte dabei die artige Bemerkung, dafs wa
schnell nach einander die Batterie auf die oben ange
Weise durch zwei isolirte Drähte lud, und nach aufgeh
Verbindung mit der el. Säule wieder entlud, so dafs der
Act zusammen nur ¼ Secunde dauerte, der Entladungsf
der el. Batterie immer gröfser wurde, so dafs er von
Durchmesser von 1¼ Z. übergehen konnte, bis zu einem
1½ Z. ja 2 Z. Andererseits fand er, dafs, wenn die el. B
wiederholt diesem Verfahren ausgesetzt gewesen war, d. h.
selben Belegungen eine Zeit lang wiederholt mit denselben
len der Batterie verbunden gewesen waren, und dann
die Belegungen in Hinsicht auf die Pole der Batterie umge
selt wurden, und man den Versuch fortsetzte, bei der E
dung die Batterie im Anfange fast gar keinen Schlag oder F
gab, sie dann erst nach einer kurzen Zeit und dann sch
stärker zeigte, bis endlich beide der anfänglichen vor aller V

rechslung wieder gleich kamen. Ohne Zweifel ist der Grund dieser Erscheinung in jenem, im Artikel *Flasche*, *el.* näher erwogenen Rückstände zu suchen, der bei der ersten Reihe von Versuchen allmälig zugenommen hatte, und bei der Verwechslung der Pole im Anfange in einem entgegengesetzten Sinne der Ladung wirkte. Auch in Ritter's Versuche erfolgte die volle Ladung der Batterie immer durch eine augenblickliche Schliefsung, und sie wurde nicht stärker, die Schliefsungsverbindung zwischen der Säule und der Batterie mochte noch so lange dauern. Die Stärke der Ladung der Batterie nach dem Schlage, den sie theilte, und den Entladungsfunken geschätzt, war ganz dieselbe, wenn der eine Pol der Säule durch Ableitung auf 0 gesetzt war, und die Batterie von dem andern Pole aus geladen wurde, als wenn die Ladung auf die erste Weise geschah. Nur war in diesem Falle die Spannung der Batterie noch einmal so grofs, gerade so wie die Spannung der Säule am respectiven Pole, wie im ersten Falle; aber der Spannungsunterschied zwischen den beiden Belegen der Batterie war derselbe geblieben, da er in diesem Falle zwischen + und 0, in dem ersteren zwischen den beiden el. Gegensätzen von gleicher Intensität statt fand. So liefs sich dann auch die Batterie auf gleiche Weise und zu gleicher Stärke durch Volta'sche Säulen laden, deren beide Pole gleichnamig positiv oder negativ waren (Nr. 70), auch hier, wo beide Belege der el. Batterie gleichfalls gleichnamig el. waren, war die jedesmalige Wirkung in Funken, Schlägen, Gröfse der Funken dem Spannungsunterschiede beider Belege gerade proportional. Alles was die el. Batterie von der Volta'schen Säule aus geladen nach ihrer Trennung vor dieser oder der Entladung zeigte, zeigte sich mit der gröfsten Genauigkeit eben so, wenn sie bis zu eben dem Grade von Spannung durch eine gewöhnliche Elektrisirmaschine geladen wurde [1].

Wenn man eine Volta'sche Säule, welche selbst weder Funken giebt, noch den feinsten Stahldraht zu verbrennen vermag, z. B. eine Säule von 40 bis 50 Plattenpaaren von 2 Quadratzoll Oberfläche mit blofsem Wasser als Zwischenleiter, oder eine schon mehrere Tage gestandene von 80 bis 100 Platten mit Kochsalzauflösung auch nur mit einer Batterie von 12 Quadratfufs durch ihre beiden Pole in fortdauernde Verbindung bringt,

[1] G. XIII. 1 ff.

so kann man durch die wiederholte Entladung dieser Batterie, indem man mit den feinen Spitzen eines Eisendrahts hin und her fährt, noch deutlich sprühende Funken und Verbrennung des Eisendrahts erhalten [1].

Alle diese Versuche scheinen sich demnach in einem Resultate zu vereinigen, und bestätigen auf eine unwiderlegliche Weise wenigstens diejenige Behauptung der Volta'schen Theorie, dafs die Säule durch eine Mittheilung und einen Uebergang von E. in einer Quantität, wie kein anderes el. Apparat oder irgend eine Quelle von E. in der Dauer sie mitzutheilen vermag, ihre aufserordentlichen Wirkungen hervorbringt.

101. Noch lassen sich für die Theorie Volta's, so wie sie nämlich in der geschlossenen Säule einen solchen fortdauernden el. Strom von dem einen Pole zum andern annimmt, mancherlei Erfahrungen anführen, welche einen ähnlichen Einflufs gewisser Umstände auf die von der Schliefsung der Säule abhängigen Wirkungen ausüben, wie diese Umstände den constanten Gesetzen des Verhaltens eines el. Stroms in seiner Fortleitung gemäfs ausüben müssen, wenn ein solcher el. Strom auf die in der Theorie angenommene Weise statt findet. Hierher gehören unter andern die Versuche Biot's [2]. Er liefs die beiden Pole einer Säule durch grofse Metallplatten in zwei Wassergefäfse sich endigen, welche selbst unter einander durch eine lange gedehnte Wassersäule, die in einer engen Röhre eingeschlossen war, communicirten. Wurde dann der eine Pol unmittelbar mit der Hand berührt, und die andere Hand in eines von den Gefäfsen getaucht, von welchem aus eine solche Communication nach einem andern Gefäfse statt fand, mit dessen Inhalte der andere Pol durch eine grofse Oberfläche communicirte, so wurde so gut wie gar keine Erschütterung empfunden, während, wenn die Communication oder Fortleitung an der freien Oberfläche des Wassers geschehen konnte, die Wirkung der Säule sich auf mehrere Schuhe ungeschwächt zeigte, ein Verhalten, welches vollkommen mit demjenigen des el. Fluidums übereinstimmt, wenn es sich durch Flüssigkeiten hindurch bewegen soll.

---

1 Volta in G. XIII. 180.

2 G. X. 35.

Dem ersten Anscheine nach scheinen Erman's und Bas- ien angeführte (Nr. 95.) Versuche der Annahme eines solchen es vielmehr zu widersprechen, denn es läfst sich nicht wohl n, dafs dieser von dem einen Pole zum andern über Was- chen von so grofser Ausdehnung und durch grofse Was- en, die gleichsam eine Zerstreuung nach allen Seiten hen mufsten, ungeschwächt seinen Weg nehmen könnte, lässt sich hier ganz dieselbe Erklärung anwenden, welche unter dem Artikel: *Flasche, geladene*, von einer ähn- n Classe von Erscheinungen, die sich auf diese beziehen, en ist, und wodurch alle Schwierigkeit wegfällt, indem + und — von beiden Polen sich gleichzeitig aus dem ih- nächsten 0 ausgleichen, und folglich auf jeder Seite in der ge, dem Froschpräparate, der entladenden Hand, den lättchen, die in den Kreis dieser Ausgleichung eingehen, en Veränderungen hervorgebracht werden müssen, wie sie die nächste und unmittelbare Leitung zwischen den Polen vermittelten. Wenn man in das Wasser einer en, im Innern mit einem isolirten Ueberzuge versehenen, s Glastafeln verfertigten Wanne von etwa einem Fufs und 2 oder 3 Zoll Breite die Drähte der zwei Pole einer ten Säule hineinführt, so zeigt ein empfindlicher Multi- r, den man mit seinen in ganz gleichförmige Platinstrei- gehenden Enden in die Flüssigkeit eintaucht, durch die lung der Magnetnadel eine Action, welche zwischen den Polen statt findet und deren gradative Modificationen, durch se der Abweichung der Magnetnadel gemessen, am be- n der Hypothese eines el. Stromes von einem Pole zum übereinstimmen. Die Action durch den Multiplicator Magnetnadel ist am stärksten auf der durch beide Pole en geraden Linie, und auf dieser Linie nimmt sie zu in rhältnisse, in welchem man von der Mitte aus dem einen dern Pole sich nähert. Die Strömung scheint aber durch ze Flüssigkeit sich zu verbreiten, und diese Verbreitung erstreuung scheint um so gröfser zu seyn, je schlechter ssigkeit leitet, gerade so, wie sich die E. stets verhält, e durch in Beziehung auf ihre jedesmalige Quantität länglich vollkommene Leiter sich fortzupflanzen ge- ist, nach einem Gesetze, das dem Blitze eben so gut ahn anweist, und seine oft so weite Ausdehnung und

gleichsam Zersplitterung bestimmt, wie der mit so schwa
Spannung angetriebenen galvanischen E. [1].

Zamboni [2] hat auch auf dieses Verhalten der E. bei
Durchgange durch vollkommene Leiter sich auszubreiten
gleichsam in viele Fäden zu zertheilen, eine Erklärung
zweigliedrigen Säule (Nr. 78.) im Sinne der Volta'schen T
gebauet. Aus den beiden mit dem Wasser in Berührung
lichen Oberflächen des Metalls, welches, wie Zink,
u. s. w., mit dem Wasser — el. ist, streben in dem Was
nes jeden der Gläser zwei el. Ströme nach entgegenge
Seiten zu entstehen. Beide müssen sich aus dem eben
führten Gründe ausbreiten, und zwar in eine grofse Menge
den, welche aufser dem geraden noch seitwärts liegende
einschlagen. Berührte das Wasser dieselbe Anzahl von
lischen Puncten in beiden Gefäfsen, so würden die Str
derselben Anzahl von el. Fäden zusammengesetzt seyn,
diese sich einander auf dem Wege begegnen und den
gang wechselseitig versperren, weswegen keine el. Sp
und Antreibung der E. in der einen Richtung statt finden
Nun ist aber die nothwendige Bedingung der zweigli
Säule die geometrische Ungleichheit der beiden Berüh
chen. Die Vierecke der Metallblättchen in den oben besch
nen Apparaten berühren das Wasser in weit mehreren P
als der Schwanz derselben, es wird daher auch die An
el. Fäden, welche den vom viereckigen Metallblättchen
kommenden Strom zusammensetzen, viel gröfser als der
seyn, und ein Theil dieser Fäden schon hinreichen, den
zen vom Schwanze des Blättchens herkommenden Str
Weg zu versperren, alle el. Fäden, welche vom Viereck
sam ungehindert in ihrer Bewegung noch übrig bleiben,
gen an die Spitze des demselben gegenüber stehenden
zes, und werden so in das viereckige Metallblättchen des
stehenden Glases übergeführt. Dieser Ueberschufs ad
demnach zu der überwiegenden elektromotorischen W
welche dieses viereckige Blättchen von seiner Seite in den
Richtung ausübt, und so von Glas zu Glas, worin eb
Säulenwirkung besteht. Enthalten die Gläser eine gut

1 Vgl. de la Rive in Ann. de Chemie T. XXVIII. p.
2 G. LXX. 170. ff.

issigkeit, wie z. B. Kochsalz- oder Salmiakauflösung, so
icht der el. Strom in ihr sich nicht zu erweitern und in Fä-
zu spalten, um einen Durchgang durch die Flüssigkeit zu
en, vielmehr wird er auf dem kürzesten und gedrängtesten
ge fortschreiten. Beide el. Ströme von dem Vierecke und
Schwanze sind dann nicht mehr eine Anhäufung von so
el. Fäden, als es Puncte in den Vierecken und in dem
vanze giebt, sondern sie sind ein einziger sehr feiner Fa-
von hinter einander liegenden Moleoülen, die von einem
gen Puncte des Vierecks, so wie des Schwanzes herkom-
, und zwar von demjenigen, welcher sich am Anfange des
schlagenen kürzesten Weges befindet. Und da nun auf
m Wege beide Fäden mit gleichen entgegengesetzten Kräf-
wegen der ganz gleichen el. Spannung auf beiden Seiten,
welche nach allen Erfahrungen die Oberfläche als solche
n Einfluss hat, auf einander stofsen, so erlöscht alle ihre
gung. Man sieht auch, dafs, wenn das Leitungsvermö-
er Flüssigkeit in der Mitte zwischen diesen beiden Extre-
liegt, die Geschwindigkeit der Ladung der Pole zwar zu-
en, aber auch die Stärke ihrer Spannung abnehmen mufs.
ndlich die Flüssigkeit ein gar zu schlechter Leiter, so be-
sich, da ohnedem die elektromotorische Kraft nur eine
che ist, das el. Fluidum zu langsam von Platte zu Platte,
gewinnt Zeit durch irgend einen nicht vollkommen isolirten
Theil des Apparats in den Erdboden sich zu verlieren, bevor
hinlänglich angehäuft hat, um eine el. Spannung hervorzu-
n. So fand dann auch ZAMBONI bei Anwendung einer ge-
Sorte Stanniol gar keine Spannung seiner zweigliedrigen
mit blofsem destillirtem Wasser, die aber sogleich zum
hein kam, als etwas Salz in dem Wasser aufgelöst wurde.
leriger wird diese, gleichsam mechanische Erklärung für
all, wenn das angewandte Metall, wie z. B. Kupfer, mit
Wasser positiv el. wird, und der positive Pol nach der
nzseite desselben hinfällt, während bei der Annahme
r el. Ströme, eines positiven und negativen, diese Schwie-
t wegfällt. Ohne diese Erklärung in jedem einzelnen Satze
ehmen, kann man zugeben, dafs eine gröfsere Quantität
lasse) von E. mit derselben Geschwindigkeit in Bewegung
t, wie eine kleinere Quantität, in der Bewegung das
rgewicht haben, dafs aber dieses Uebergewicht abnehmen

mufs in dem Verhältnisse, in welchem derjenige Factor, der
beiden Seiten der gleiche bleibt, nämlich die Geschwindig
welche offenbar mit der Güte der Leitung zunehmen
wächst, wobei vielleicht noch der Umstand mit beitragen
dafs bei einer besser leitenden Flüssigkeit die Ketten,
schon ein trockener Erreger allein mit einer einzelnen
keit zu bilden im Stande ist, nach Nr. 40. das Uebergewicht
kommen, und sich darum die Wirkung von Glied zu Glied
niger fortpflanzen kann.

102. So genügend nach dem bisherigen nun auch die
ta'sche Theorie von den wichtigsten Erscheinungen, welche
Säule darbietet, Rechenschaft giebt, so bieten doch einige
fahrungen bedeutende Schwierigkeiten dar, die auch von
Gegnern derselben urgirt worden sind:

1. Die erste besteht in dem Einflusse, welchen
ausüben, wenn sie in den Kreis der geschlossenen Säule
schen die flüssigen Leiter interpolirt werden und die Con
desselben unterbrechen. Schon in der Theorie der einfachen
ist von dieser Schwierigkeit die Rede gewesen, in der Sphäre
Erscheinungen der Säule bot sie sich abermals auf eine noch
fallendere Weise dar [1]. Ueber den Einfluss der Metalle,
sie die Continuität des die beiden Pole mit einander verei
den flüssigen Leiters unterbrechen, hat DE LA RIVE
einige interessante Beobachtungen gemacht, die ihn zu einer
fication der Volta'schen Säule geführt haben, und die
besten ihren Platz finden. Um diesen Einfluss genau zu
stimmen, bediente er sich eines gläsernen Trogs eines
lang und zwei Zoll breit, welchen er in verschiedene
theilungen durch Platinbleche theilte, welche Abthe
mit der Flüssigkeit gefüllt wurden, die die Leitung zw
den beiden Polen, welche durch Platindrähte in sie
vermitteln sollte. Als Mafsstab für die Energie des el. S
(dessen Realität von DE LA RIVE hier in Uebereinstimmung
mit allen Physikern vorausgesetzt wird) diente ihm ein M
cator mit einer Magnetnadel, dessen Platinenden in die Flü
eintauchten, welcher jedesmal einen Theil des el. Stromes
sich durchleitete, dessen Intensität begreiflich im Verhältnis
Intensität des el. Stromes selbst, von dem er ein Theil war,

1 Vrgl. oben Nr. 90.

…, und der folglich den Grad dieser Intensität durch die Gröfse …weichung der Magnetnadel anzeigen mufste. Der galvani- …Apparat, dessen er sich bediente, war ein Zellenapparat von …oppelplatten, jede 16 Quadratzoll Oberfläche haltend, und die …n wurden mit einer Auflösung von Kochsalz gefüllt, welcher …Salpetersäure oder Salzsäure beigemischt war. Die Re… seiner Versuche waren folgende:

a. Eine oder mehrere Metallscheiben senkrecht auf die …, welche von dem einen Pole zum andern durch die Flüs… führte, in diesen Trog eingesenkt, und die Continuität …ssigkeit so unterbrechend, dafs der el. Strom gezwungen …durch diese Metallbleche hindurch zu gehen, vermindert… Intensität des Stromes. b. Diese Verminderung ist bei…tell, wenn der Strom, welcher diese Scheiben zu durch… hat, sehr energisch ist, und von einer Säule herrührt, …einer grofsen Anzahl von Platten zusammengesetzt ist; …ensität des Stromes nimmt aber in einem um so schnelle…erhältnisse beim Durchgange durch dieselbe Anzahl von …ab, je schwächer die ursprüngliche Intensität des Stro…, und daher bedarf es eines sehr energischen Stromes, …jedem Pole das gleiche Quantum von Gas zu erhalten, …viel, ob die Flüssigkeit ein Continuum bildet, oder durch …eder mehrere Metallplatten unterbrochen ist. c. Von zwei …men, welche dieselbe Intensität haben, der eine ur…lich, der andere, nachdem er durch eine oder mehrere …cheiben durchgegangen ist, wird der erstere weit mehr …die Dazwischenbrigung einer neuen Metallscheibe ge…cht, als derjenige, welcher schon durch mehrere solche …en durchgegangen ist. Dieses letztere Resultat ist es nun …rzüglich, welches DE LA RIVE zu weiteren Versuchen …sehr sonderbaren Folgerungen daraus geleitet hat.

Die beiden mit einander verglichenen Ströme hatten ihren …ung von demselben Volta'schen Apparate, aber der eine …eine ursprünglich schwächere Intensität, als der andere, …man ihn nach einem längeren Zeitraume von dem Anfange …Thatigkeit des Apparats an gerechnet, beobachtete. Zur …eichnung des unter c angegebenen Resultats theilt DE LA …folgende Reihe von Versuchen über die Grade der Ab…ung der Magnetnadel nach Mafsgabe der Zahl der interpo… Platten und der Energie der Säule mit:

	Keine Zwischenplatte.	1 Zwischenplatte.	2 Zwischenplatten.	3 Zwischen- platten.
1. Versuch	— 83°	— 83°	— 82,5	— 82
2. —	— 81	— 78	— 75	— 71
3. —	— 80	— 76	— 72	— 69
4. —	— 79	— 73	— 68	— 65
5. —	— 78	— 73	— 67	— 62
6. —	— 77	— 71	— 64	— 57
7. —	— 76	— 70	— 63	— 56
8. —	— 75	— 67	— 61	— 53
9. —	— 74	— 66	— 60	— 52
10. —	— 73	— 65	— 58	— 50

Man ersieht hieraus, dafs ein Strom, dessen ursprüngliche Intensität durch 83° Abweichung der Nadel bezeichnet ist, um einen Grad nach seinem Durchgange durch 3 Platinscheiben, durch welche der flüssige Leiter unterbrochen war, abnahm, während ein Strom von 77° ursprünglicher Intensität nach dem Durchgange durch dieselben 3 Platten auf 57° herabsank, ein Strom von 73° ursprünglicher Intensität gar auf 50°, überhaupt in dem Verhältnisse mehr, in welchem er ursprünglich schwächer war; dafs ferner ein Strom auf 78° durch den Durchgang durch eine Scheibe geschwächt (2ter Vers.) doch eine Abweichung von 75° hervorbrachte nach seinem Durchgange durch eine zweite Scheibe, während ein ursprünglich starker Strom (5ter Vers.) auf 73° durch den Durchgang durch die erste Platinscheibe herunter gebracht wurde, eben so ein durch den Durchgang durch zwei Scheiben auf 75° geschwächter (2ter Vers.) durch seinen Durchgang durch die dritte Scheibe auf 71° herabsank, während ein ursprünglich 75° starker Strom (3ter Vers.) auf 67° durch die Interpolation der ersten Scheibe herabgebracht wurde.

Die angeführten Resultate gelten indefs nicht auf gleiche Weise, wenn man statt einer gut leitenden salzigen Flüssigkeit eine schlecht leitende, wie z. B. Flufswasser nimmt. Diese schlechte Leiter äufsert eine ganz gleiche Wirkung auf den Strom bei seinem Durchgange durch eine gewisse Strecke derselben, wie eine Metallscheibe, indem nämlich ein Strom, welcher eine gewisse Intensität gebracht war, in Folge davon, dafs er durch eine grofse Strecke Wasser durchgegangen war, auf

gr bei seinem Durchgange durch eine oder mehrere Me-
.ben geschwächt wurde, als ein Strom von derselben In-
t, der aber, weil er ursprünglich schwächer war, keinen
.n Weg durch das Wasser gemacht hatte. Es scheint
.e wenn der Strom in diesem Durchgange durch die lan-
.ecken Wasser die nämliche Modification erlitten hätte,
.n er in einem guten flüssigen Leiter durch eine zwischen
.e Metallplatte hindurch ging, eine Veränderung, die ihn
.m geschickter machte, durch eine zweite, dritte Scheibe
.., die ihm auf seinem Wege begegneten, hindurchzu-
. .ne verhältnifsmäfsig geschwächt zu werden. Auf diese
.. en gründet nun DE LA RIVE eine sehr sonderbare Er-
. der verschiedenen Wirkungsart der Säulen von wenigen
. en Schichtungen. Die ersteren sind vorzüglich geeig-
.e Wirkungen hervorzubringen, welche hauptsächlich
.rschein kommen, wenn vollkommene Leiter (Metall-
. den schliefsenden Bogen bilden, nämlich die Erschei-
. der Wärme (Glühen) und des Magnetismus, die letzte-
.d nothwendig, um mit einiger Energie die Erscheinungen
.vbringen, welche auftreten, wenn der galvanische Kreis
.aen unvollkommenen Leiter geschlossen wird, wie na-
.h die chemischen Zersetzungen und Erschütterungen,
Was nämlich das Totalquantum der erzeugten E. betrifft,
.s auch die Wirkungen seyen, die man hervorbringen
. hangt dieses Quantum für dieselbe Säule, der Zahl der
.ngen und der Beschaffenheit des feuchten Zwischenleiters
. .n der Gröfse der Oberfläche der Platten ab. Einem
.. also, welcher von einer vielblattigen Säule herrührt und
.ftig auf die schlechten Leiter einwirkt, begegnet ganz
. dasselbe, was in den vorerwähnten Versuchen einem
.. begegnet, welcher durch mehrere Scheiben hindurch-
. wurde; je mehrere er passirt hatte, um so geschickter
.. er durch neue hindurchzugehen, und folglich auch
. die schlechten flüssigen Leiter, von welchen eben ge-
.st, dafs sie in dieser Hinsicht die gleiche Beschaffenheit,
.e Metalle besitzen. Ein Strom folglich, der in einer
.igen Säule während seines Kreislaufs oft in dem Falle
.n war, von der Flüssigkeit in eine Metallscheibe überzu-
., wird in Beziehung auf feuchte Leiter mehr Leichtigkeit
.n, durch sie hindurchzugehen, als ein Strom, welcher

durch eine Säule von wenigen Schichtungen erzeugt w
grofs auch ihre Oberfläche seyn mag. Bietet man abe
Strome einen metallischen Leiter dar, der nicht den
chen Widerstand entgegengesetzt, so wird er unge
hindurchgehen und eine grofse Wirkung hervorbringe
könnte, sich die Sache noch mehr zu verdeutlichen, i
Strome gleichsam zwei ganz verschiedene Antheile vo
nehmen, wovon der eine ohne Schwierigkeit durch al
hindurchgeht, sowohl durch die schlechteren feuchten,
die vollkommen metallischen, der andere dagegen n
die metallischen Leiter. Der Durchgang des Stromes d
Säule von vielen Schichtungen trennt gleichsam dies
Portionen, indem er diejenige zurückhält, welche fü
mäfsige Leiter nicht günstig ist, und nur die andere
durchläfst. Die durch einen galvanischen Apparat von
Platten erzeugte E. hat dagegen diese Art von Durchsie
(n'ayant été tamisée) und Scheidung nicht erfahren, u
man ihr daher mittelmäfsige Leiter darbietet, so wird
dieselben aufgehalten und nur eine kleine Portion
ben wird durchgehen, die Wirkung auf die feucht
wird daher schwach seyn, während, wenn man i
guten Leiter darbietet, beide Portionen durchgehen
Wirkung beträchtlich seyn wird. Die Verstärkung der
erzeugung und der magnetischen Action durch Füllung d
mit einer Flüssigkeit von starker chemischer Action er
auch dadurch, indem dieselben Versuche über die Sch
beim Durchgange des Stroms durch Metallscheiben ih
haben, dafs diese Schwächung um so geringer ist, je
Wirkung die leitende Flüssigkeit auf die interpolirte
scheibe ausübt. (vergl. Nr. 83.) De la Rive führt noch
den Versuch zur Unterstützung seiner Ansicht an. Ei
nur von 10 Plattenpaaren, aber von ziemlich betr
Oberfläche, brachte einen 0,25 Lin. dicken und mehr
langen Messingdraht zum Rothglühen. Der nämlich
durch einen guten flüssigen Leiter (eine Salmiakauflösu
durchgeführt, brachte eine Abweichung der Magnetn
50° hervor, wurde eine Platinscheibe dazwischen gebr
betrug die Abweichung nur noch 5°, während ein du
Säule von 60 Paaren hervorgebrachter Strom, der eben
geschwächt war, dafs er nur eine Abweichung von 50° h

hdem er durch eine Platinscheibe durchgegangen war, doch
h 40° Abweichung nach dem Durchgange durch eine zweite
inscheibe hervorbrachte. Da der Strom in dem ersten Falle
erst 10 Platten passirt hatte, hatte er noch nicht, wie in
zweiten Falle nach einem Durchgange durch 60 Platten,
Modification erlitten, die ihn nun geschickt machte, unge-
rächt ebensowohl Metallscheiben als schlechte Leiter zu pas-
i. Dieser Physiker setzt hinzu, es möchte sich vielleicht
theoretischem Wege ein Gesetz finden lassen, das zu der
ize führte, wo der Strom, nachdem er eine gewisse Anzahl
Platten passirt hat, gar nicht mehr aufgehalten werde, so
g bei seinem Durchgange durch andere Platten als durch
r oder weniger unvollkommne Leiter.

Mir scheint indefs bis weiter die Rechenschaft, welche die
a'sche Theorie von dem Einflusse der Abänderungen in der
e nach Zahl der Schichtungen, Gröfse der Oberfläche der
en und chemischen Beschaffenheit des feuchten Zwischen-
s auf die Abänderung der Wirkungen der Säulen giebt,
r noch ausreichend genug, als dafs es nöthig seyn sollte,
so abentheuerliche Erklärung zuzulassen, welche nirgend,
wenigstens die zweierlei Portionen von E. in einer und der-
n Art (der positiven z. B.) betrifft, die Analogie für sich
Auffallend bleibt allerdings die, wie es scheint, hinläng-
genau ausgemittelte Thatsache von der verschiedenen Art,
ein ursprünglich schwacher und ein auf denselben Grad
h den Durchgang durch eine oder mehrere Metallplatten ge-
ächter galvanischer Strom beim Durchgange durch eine
Metallplatte afficirt wird. Indefs könnte diese Verschie-
eit vielleicht daher rühren, dafs die Umstände in beiden
n nie dieselben waren, indem jedesmal bei der Verglei-
g der Schwächung eines bereits durch eine oder mehrere
llplatten durchgegangenen Stromes beim Durchgange durch
neue Metallplatte mit der Schwächung eines ursprünglich
n gleich schwachen Stromes beim Durchgange durch eine
Metallplatte, in dem Troge im ersten Falle sich stets meh-
Metallscheiben befanden, die nothwendig auf den ganzen
efs mit einfliefsen mufsten, indem sich sehr wohl denken
, dafs in diesem Falle der gröfsere Theil des Stromes durch
Multiplicator ging und eben darum eine gröfsere Wirkung
orbrachte, wenn gleich der Strom im Ganzen nicht kräftiger

war. Uebrigens bestätigte DE LA RIVE bei dieser Gelege
gleichfalls die schon längst von ihm so wie von JÄGER
RITTER gemachte Beobachtung (Nr. 36., 40., 83. und 90.)
die interpolirten Metallplatten den el. Strom um so w
schwächten, je oxydabler dieselben waren, oder je leicht
durch den flüssigen Leiter selbst angegriffen wurden. So
unter denselben Umständen ein Strom von 56° auf 45° r
durch ein Platinblech, auf 50° durch ein Kupferblech, u
auf 54° durch eine Scheibe von Zink.

Schon oben (Nr. 61.) ist ein Versuch gemacht, diese
flufs der Interpolation der vollkommenen festen Leiter z
die unvollkommenen flüssigen auf die Schwächung der
der Kette mit der Volta'schen Theorie eines von der üb
genden elektromotorischen Kraft der Metalle abhängig
Stromes in Uebereinstimmung zu bringen; jedoch bleibt
Einfluſs immer noch sehr räthselhaft. MARIANINI, welch
suche über den Einfluſs dieser Unterbrechung durch Bl
ten [1] bei gleichbleibender Ausdehnung des flüssigen Le
Ganzen auf die Schwächung des Stromes eines einfachen
trometers, sofern die Abweichung der Magnetnadel al
stab dient, angestellt hat, glaubt, dafs der Grund dieser
chung vielleicht in einer Art von Reflection liegen möcht
che die E. beim Uebergange von einem flüssigen in den
Leiter erleide, und führt zur Erläuterung die analoge Er
vom Lichte an, welches durch ausgedehnte Schichten v
und Wasser, jede einzeln für sich, oder wenn sie
ken Schichten über einander liegen, nur wenig gesc
aber in seinem Durchgange gänzlich aufgehalten werde
beide in dünnen Schichten gemischt sind, wie dieses der
des stark bewegten Wassers zeigt, welcher undurchsic
Ich bekenne gern, dafs hier noch Räthsel sind, die erst
ner noch tiefern Kenntnifs des Wesens der E. als wir
noch besitzen, verschwinden werden.

2. Eine andere Art von Schwierigkeiten für die
Volta's, bieten gewisse galvanische Combinationen d
welchen der scharfsinnige SCHWEIGGER schon vor m
Jahren diese Lehre bereicherte [2]. Er bediente sich hier

1 Schw. N. R. XIX. 264. Poggendorff's Ann. IX. 167.
2 Gehlen N. J. der Ph. u. Ch. VII. 537. IX. 316. 701.

von Trogapparat und viereckiger einzölliger Zink- und
pferplatten, die durch Messingdrähte mit einander verbun-
waren. Schweigger hatte 3 solcher Zellen mit 3 Combi- Fig.
nen dargestellt, von welchen gewöhnlich 12 bis 24, sel- 189.
bis 50 von ihm angewandt wurden, weil es ihm blofs um
Vergleichung der verschiedenen Wirksamkeit verschiedener
binationen zu thun war. C, C, C sind die gläsernen Zwi-
nwände, durch welche der hölzerne Trog in verschiedene
eilungen geschieden ist. Die drei Platten, welche hier zu-
nen ein Element bilden und wovon die eine Z Zink, die
andern K^1 und K^2 Kupfer, alle von gleicher Gröfse sind,
len durch einen Draht mit einander verbunden. Zwischen
d K^1, die in einer und derselben Zelle hängen, wird noch
Ueberfluss ein Stückchen lackirtes Holz gebracht, so dafs
: andere metallische Verbindung zwischen den K^1 und dem
sgleichen zwischen dem K^2 und dem Z statt findet, als
h den Messingdraht, durch welchen die drei Platten zu-
enhängen, und welcher durch Seitenlöcher durchgesteckt
den man aber, um der genauen metallischen Berührung ge-
zu seyn, auch mit ihnen zusammenlöthen kann. Nach
A's Theorie, meint Schweigger, könne hier unmöglich
ung entstehen, weil Z von zwei entgegengesetzten Kräften
t wird, und zwischen den beiden Impulsionen, die mit
her Stärke einander entgegenwirken, im natürlichen Zu-
e bleiben müsse, und doch giebt ein solcher Apparat eben
t Wirkung, als wenn man blofs K^2 Z mit Hinweglassung
ndern K^1 angewandt hätte. Diese Schwierigkeit fällt in-
weg, wenn man berücksichtigt, dafs diese Impulse sich
in Beziehung auf die einander gerade entgegengesetzten
ungen einander das Gleichgewicht halten oder aufheben,
keinesweges in Beziehung auf irgend eine andere Richtung,
lcher die angetriebenen Elektricitäten sich etwa fortbewe-
önnen. Die Volta'sche Theorie läfst keinesweges die Be-
ung zu, dafs Zink zwischen zwei Kupferplatten sich im
lichen Zustande befinden müsse, der el. Zustand desselben,
alle drei isolirt sind, wird vielmehr $+\frac{1}{2}$ und derjenige
Kupferplatte $-\frac{1}{2}$ seyn, wenn man nämlich den Impuls vom
er zum Zink und den davon abhängigen el. Spannungsun-
ied $= 1$ setzt. Es wird also das Zink mit gröfserer In-
ät sein $+$ auszuströmen suchen, als wenn ein einzelnes K

auf dasselbe wirkt, in welchem Falle die Spannungen —
+ ½ seyn werden. Man kann sich vorstellen, dafs die
Impulsionen beider Kupferplatten sich in dem Zinke gl
vereinigen und wechselseitig verstärken, um die E. im
schen Sinne an und fortzutreiben, weil bei einer Materi
die el., der wir eine ähnliche Elasticität, wie den Gasarte
Wasser u. s. w. zuschreiben müssen, eine Einwirkung,
einer Richtung statt findet, ein Streben nach allen Seiten
weichen bestimmt, und diese Combination wird also
Fig. Wirkung geben müssen, als die Combination 1, wobei
140. den folgenden Figuren der horizontale Strich a b jedes
Art der metallischen Verbindung der Platten unter
durch Drähte, mit denen sie zusammengelöthet sind,
verticale Strich $\alpha\ \beta$ die Glasplatte der Tröge, welche
einander trennt, und also die Art der Einsetzung der Meta
in die Tröge bezeichnen. Wenn man die in diesem Fa
findende Wirkung daraus erklären wollte, bemerkt Sc
GER ferner, dafs da Z K′ in dieselbe Flüssigkeit ein
sind, die el. Spannung durch dieses sie umfliefsende g
Wasser (das er gewöhnlich anwendete) beständig auf
werde, und also die el. Spannung von K^2 Z, die sich
trennten Fächern befinden, allein übrig bleibe, so stehe
das ganz andere Verhalten der Combination 2 entgegen,
auch die Spannung zwischen K Z′, die sich in einem u
selben Fache befinden, durch das umfliefsende Wasser
ben werden, und folglich abermals die Wirkung von Z^2
bleiben mufste, während dieser Apparat so gut wie ga
giebt, keine Gasentbindung oder Oxydation, auch be
Abstande nur von einer Linie der Drähte in der Gasröhr
el. Erschütterung, auch selbst nicht bei verwundeten
Hebt man dagegen ein einziges Z aus, so dafs in der R
Element, wie die Combination 3 vorkommt, so stellen
Wirkungen eines el. Stromes sogleich ein. Nach Volta'
rie mufs sich aber auch in der That diese Verschiedenh
schen dieser und der Combination 4 zeigen, denn we
das Schema der aus jenem Elemente errichteten Batter
die Combination 5 sie darstellt, betrachtet, so übersi
leicht, dafs in dieser Säule, in welcher der positive P
der linken Seite hin gelegen ist, der Impuls, welcher
rechten Seite her kommt, in jeder Zelle durch einen en

ten Impuls grofsentheils aufgehoben werden mufs, indem
, die in der Combination Nr. I. von K nach Z' angetrieben
, nicht blofs nach K zurückströmt, sondern, wie alle Ver-
beweisen, sich in dem flüssigen Leiter verbreitet, und
er E., die von Z^2 her angetrieben wird, sich entgegen-

Auch läfst sich die relative Unwirksamkeit dieser Säule
er Art, das Resultat der Einwirkung der Metalle auf einan-
urch die el. Spannung zu bestimmen, so auffassen, dafs das
der Combination Nr. I., indem es durch die E. von dem
der Combination Nr. II. auf + 1. erhoben wird, das K in
Combination auf 0 bleiben mufs, und also auf das Z^2 in
mbination Nr. I. wie in einer einfachen Kette wirkt, ein
nement, welches, so weit man diese Batterie fortsetzt,
r wieder seine Anwendung findet, so dafs die Wirkung
einzigen Plattenpaares immer nur das endliche Resultat ist.
RIGGER fand freilich eine noch schwächere Wirkung,
bei 16 Combinationen und Anwendung von mit etwas
felsäure geschärftem Wasser war es nicht möglich, durch
ardrähte, die an einem Froschpräparate angelegt wurden,
ur die geringste Contraction hervorzubringen, während,
nur aus einer der Combinationen eine Zinkplatte heraus-
n, und diese aus der Combination Nr. I. in die Combi-
Nr. II. verwandelt wurde, dieser Erfolg sogleich eintrat.
ist nicht zu leugnen, dafs, wenn auch eine aus solchen
nationen wie Nr. II. errichtete Batterie das Aequivalent
es einzelnen Plattenpaares ist, dieselbe bei der wirkli-
chliefsung einem solchen weit nachstehen mufs, indem
hwache Strom in seinem Durchgange durch die Säule
ungemein retardirt wird. Doch bemerkt SCHWEIGGER
dafs im Zustande hoher Erregbarkeit diese Batterie ein
präparat wirklich in Contraction versetzte. Dafs die Com-
n 6 drei- und viermal so stark wirkte, als die Combina-
erklärt sich aus dem Satze, dafs um das Maximum von
zu haben, stets die Berührungsfläche des negativen Er-
mit der Flüssigkeit diejenige des positiven Metalls über-
mufs, oder dafs sehr wenig von dem positiven Metalle
l von dem negativen Metalle beschäftigen kann. In der
nation 7 erschöpft gleichsam das Zink, welches mit dem
in einem Faohe ist, vollkommen die Action dieses
, oder beschäftigt dieses schon hinlänglich, und es bleibt

daher wenig zu übertragen übrig, während in der erst
bination das Zink die Action beider Kupferplatten au
kann, wovon zwar die eine durch die Entgegenwirkun
dern Kupferplatte aufgehoben wird, aber immer noch
kung eines KZ übrig bleibt, die sich durch die ganze
hindurch addirt. Schweigger hat noch eine andere
tion angegeben, welche in der That den Beweis liefert
entgegengesetzten Ströme der beiden in demselben
findlichen Zinkplatten, oder wie er sich ausdrückt, d
sionen, die diese Zinkplatten auf einander ausüben,
Ursache der fast gänzlichen Unwirksamkeit aus der Co
Fig. 141. 2 sind. Eine solche Einrichtung zeigt die Figur, wo
welcher die ersten $^2ZKZ'$ zu einer Combination verbu
Draht, durch welchen die zweite $^2ZKZ'$ mit einand
menhängen, nicht berühren darf, welches anzudeuten
abwechselnd punctirt gezeichnet sind. Man sieht leic
diesem Falle die Ströme der beiden Zinkplatten, wen
der rechten nach der linken Seite fortschreiten, einan
entgegenwirken, indem das Kupfer sich zwischen bei
findet, dafs der Strom von Z sich mit dem K auf de
genüberstehenden Fläche gleichsam ausgleicht, und
von Z^2 durch dasselbe K nach dem zweiten Fache ü
werden kann. Ich übergehe noch einige andere Comb
welche Schweigger in einem späteren Aufsatze[1] d
schen Theorie entgegengestellt hat und die sich au
Weise immer noch mit derselben in Uebereinstimmu
lassen, und werde übrigens eine andere Theori
Schweigger darauf gegründet hat, weiter unten bele

3. Endlich hat man einen scheinbar siegreiche
gegen die Volta'sche Theorie von der Nothwendigkeit
dationsprocesses in der Säule zur Wirksamkeit der
von der Abhängigkeit des Grades derselben von dem
ses Oxydationsprocesses hergenommen. Schon unter
schnitte von der einfachen Kette habe ich in Nr. 61. di
wurfe zu begegnen gesucht, auch hat Biot[2] durch
genauer Versuche mit der Coulomb'schen el. Waage
1. dafs zwei el. Säulen, die in allem gleich sind, b

1 Gehl. J. IX. 701.
2 G. XVIII. 157.

r der feuchten Leiter, dem Condensator in gleicher Zeit chiedene Mengen von E. ertheilen können. 2. Dafs diese chiedenheiten abhängen von dem Unterschiede in dem Leisvermögen der feuchten Substanzen; von dem Einflusse, sie durch ihre Berührung mit den Metallen auf die von den llen erregte E. äufsern; und von den Veränderungen, welie Theile des Apparats in diesen beiden Hinsichten unorfen sind; dafs aber 3. die geringe Menge von E., welche thlich durch die chemischen Wirkungen in der Säule entelt wird, keinen wahrzunehmenden Antheil hat, und völnvergleichbar ist, mit der E., welche durch den blofsen ct der Metalle hervorgebracht wird; jedoch stehen immer als ein grofser Stein des Anstofses die in Nr. 86. erzählten che entgegen, welchen zufolge der el. Strom der Säule rt, sobald die Bedingungen der Oxydation fehlen, wenn alle durch die Volta'sche Theorie erforderten Bedingungen Wirksamkeit der Säule vorhanden sind. In Rücksicht auf Versuche ist nur zu bedauern, dafs sie nicht durch Wiehungen hinlänglich constatirt sind. Aber auch die Genauigerselben vollkommen zugegeben, liefse sicht vielleicht ative Unwirksamkeit der Säule, deren Tuchscheiben mit r benetzt sind, das allen seinen atmosphärischen Sauererloren hat, aus einem sehr auffallend geschwächten Leivermögen eines solchen Wassers für E. erklären. Wir ja, dafs die Verhältnisse eines solchen vollkommen luft- Wassers auch gegen andere Imponderabilien von denjeines mit Luft erfüllten Wassers sehr auffallend abweidafs es namentlich weit unter den Gefrierpunct abgekühlt kann, ehe es erstarret. Indefs gestehe ich gern, dafs wichtige Punct durch fernere Versuche erst noch einer Aufklärung bedarf.

3. Von dem Volta'schen Principe der Verstärkung der h Uebereinanderschichtung mehrerer Plattenpaare, welm das *Princip der Impulsion* nennen kann, weicht nun ich das *Princip der Verstärkung durch Vertheilung idensatorische Wirkung des Zwischenkörpers* ab, welZGER am ausführlichsten entwickelt, und eine so viel mathematisch genaue Construction der Phänomene aus en abgeleitet hat, und welchem auch die meisten Phyldigen. JAEGER wurde zuerst auf dieses Princip durch d.

die Erscheinungen der sogenannten trockenen Säule ge
stellte es aber später als das allgemeine Princip aller Säulenwi
überhaupt auf [1]. Unmittelbare Versuche hatten ihm bew
dafs eine Säule, deren Metalle gleich Condensatoren voll
men ebene, wohl abgeschliffene Platten waren, und bei
eine dünne Harzschicht die Stelle des feuchten Zwischenl
vertrat, folglich sich ganz unter den Umständen befanden
condensatorisch auf einander zu wirken, ganz dieselben el
skopischen Erscheinungen gaben, wie eine gewöhnliche
ta'sche Säule, deren Zwischenleiter ein feuchter Körper ist
bei ging Jaeger von zwei Fundamentalsätzen aus, welch
weisen sollten, dafs die in der Berührung zweier Metalle
ten Elektricitäten sich wirklich einander gegenseitig binde
beschränken, und dafs die eine nur dann auf ein Elektr
einwirken könne, wenn die andere zugleich nach aufse
schäftigt wird. Der eine dieser Sätze betrifft das schon
(Nr. 7.) auseinandergesetzte Verhalten des Condensators,
wenn beim gewöhnlichen Verfahren, wo man durch bloi
leitende Berührung der einen Platte, oder durch das 0 de
bodens condensirt, die condensirende Kraft $= x$ gesetzt
diese Kraft in Beziehung auf ein aus einem unerschöp
Quell zuströmendes $\pm Z = 2x$ wird, wenn aus einem e
unerschöpflichen Quell ein gleiches $\mp Z$ der andern Plat
strömt. Der zweite Satz ist folgender. Wenn man de
Platte eines Condensators von einer condensirenden Kr
aus einem unerschöpflichen $+ E$ von der Spannung =
der einen Platte eines andern gleich guten Condensators
nem gleichen unerschöpflichen Quell $- E$ von derselben
nung $= y$ zuführt, während die beiden andern Platten
Condensatoren durch einen isolirten Leiter mit einander v
den sind, so zeigen diese beiden Condensatoren nicht
sondern nur xy. Jaeger führt als Beweis dieses zweiten
folgenden Versuch an: Man erbaue zwei Volta'sche Säul
von beliebiger Gröfse, die eine mit dem + Pole, die
mit dem — Pole in Berührung mit dem Erdboden. A
freien Pole von diesen lege man Condensatoren, beide vo
cher Güte, und verbinde die nach oben gekehrten Platten die
den Condensatoren durch einen Leiter mit einem isolirenden

1 G. LII. 81. u. LV. 389.

iffe. Beide Condensatoren werden mit der halben Summe der
larspannungen beider Säulen und folglich, wenn diese gleich
d, nur mit xy geladen seyn, wenn nämlich y die Spannung
er einzelnen Säule ist. Noch einfacher würde dieser Ver-
h mit zwei gleich guten Condensatoren anzustellen seyn, de-
jeder aus einer gefirnifsten Zink- und einer gefirnifsten Ku-
platte besteht. Man lege einen dieser Condensatoren mit
ier Kupferplatte auf die Hand, auf seine Zinkplatte lege man
r den zweiten Condensator mit seiner Kupferplatte. Berührt
nun die andere nach oben gekehrte Zinkplatte dieses zwei-
Condensators ableitend und hebt sie an ihrem isolirenden
dgriffe ab, so zeigt sie E. von der halben Spannung derje-
n, welche beim einfachen Volta'schen Fundamentalversuche
heint, und also halb so stark, als wenn man die Zinkplatte
ersten Condensators ableitend berührt hätte. Dieser Erfolg,
im ersten Falle nur die halbe Spannung von derjenigen im
ten Falle zum Vorschein kommt, meint Jaeger, könne nur
n herrühren, dafs die in den beiden Metallen durch Berüh-
erregten Elektricitäten einander durch wechselseitige An-
ng beschränken und sich so weit binden, daher auch nicht
hrer ganzen Intensität auf die anliegenden Harzschichten
n können, und also in den diesen gegenüberstehenden Lei-
nur E. von der halben Intensität hervorrufen.

Aus diesen zwei Sätzen leitet Jaeger auf folgende Weise
Vorgang der Verstärkung in der Säule ab: die Elektromoto-
eyen durch vollkommen isolirende Zwischenlagen, also
eine Harzschicht von einander getrennt, und bilden zu-
vollkommene Condensatoren, indem sie mit ebenen po-
Flächen an jene Zwischenlagen anstofsen. Legt man auf
n Boden berührende Unterlage von Zink die Kupferplatte Fig.
d auf diese die von ihr durch die isolirende Schicht ge- 142
e Zinkplatte Z', so wird, wenn man Z' ableitend berührt
ann an seinem isolirenden Handgriffe h abhebt, diese
E. von der Spannung xy zeigen, vorausgesetzt, es be-
e x die Stärke des Condensators K' a Z', und y die ur-
liche Spannung der E., welche frei wird, wenn Zink und
r mit einander in Berührung gebracht werden. Berührt
ber nun Z' statt mit dem Finger, mit einem Stücke Kupfer
mit der in der Hand gehaltenen Kupferplatte K^2, so zeigt
olirt abgehobene Z' jetzt + E von der Spannung 2xy,

nach dem oben erwähnten Gesetze A des Condensators. man ferner auf K^2 die Zinkplatte Z^2, mit dem isolirende schenkörper a', so wird Z^2 berührt und isolirt abg $+E$ von der Spannung $\frac{2xy}{2}$ oder xy zeigen nach dem B des Condensators. Berührt man aber Z^2 statt mit dem mit der in der Hand gehaltenen Kupferplatte K^3, so m was die Combination beider Gesetze verlangt, das isoli hobene Z^2 zeigen $+E = xy + \frac{xy}{2} = xy\frac{1}{2}$. Wird fe mit dem Zwischenkörper a'' auf K^3 gelegt, so wird ableitend berührte und dann isolirt abgehobene Scheibe $+E$. von der Spannung $xy\frac{1}{2}$ haben. Berührt man aber mit dem Finger mit der Kupferplatte K^4, so zeigt Z^3 nu von der Spannung $xy\frac{1}{2} + \frac{xy}{2} = xy\frac{3}{4}$, und so wird de ste Elektromotor, welchen man auf K^4 aufschichtet, E. Spannung $xy\frac{3}{4}$ und der n^{te} Elektromotor E. von der Sp $xy.\frac{2^n+1}{2^n}$ zeigen. Ist nun n eine bedeutend grofse Z wird der Werth des letzten Ausdrucks beinahe $= xy$, folgt daraus, dafs das letzte Glied eines nach dem Sch el. Säule erbauten Systems von zahlreichen Condensato ren Platten durch vollkommene Isolatoren getrennt sind von der einfachen Spannung des Volta'schen Fundam suches zeigen kann. Jaeger will bei der Prüfung ein ziemlich guten Condensatoren von Zink und Kupfer, de chen mit trockenem Bernsteinfirnisse überzogen waren Gesetz der Progression ziemlich genau bestätigt gefunde In keiner Volta'schen Säule, selbst nicht in der trocken aber die Zwischenlagen vollkommene Isolatoren. Die den Einfluss des Gesetzes B in so weit auf, dafs jeder welcher an die Zwischenlage grenzt, als mit einer versehen zu betrachten ist, und dafs die E. derselb mehr beschränkt durch die entgegengesetzte des andern ihrer ganzen Intensität nach aufsen wirken kann. Wen vorigen Säule der Elektromotor, welcher die Unterlag und die Platte K^1 bildete, durch den durchdringlichen Z leiter a getrennt ist von dem Elektromotor Z' und K^2, in der Platte Z' und K^2 nicht nur $+E$ und $-E$ von d

ng 2y hervorgerufen, sondern indem das + E der Zinkplatte in den Zwischenkörper a eindringt, wird in demselben Maſse — E der Kupferplatte K^2 frei und fähig mit dieser Spanng 2y nach aufsen zu wirken, ohne von dem + E der Scheibe Z schränkt zu bleiben. Legt man den Elektromotor K^3 Z^2 mit dem Zwischenkörper a' auf K^2, so wird auch in Z^2 positi E. und in K^3 negative E. von der Spannung x y hervorgem, und da durch die Erregung zwischen K^3 und Z^3 eine neue tion E. von der Spannung y hinzukommt, so wird Z^2 nun y und K^3 + 3y haben und mit derselben Geschwindigkeit, welcher die + E der Platten Z^2 in die Zwischenlage a' eingt, wird die — E der Platte K^3 frei, und fähig einem prüfen Instrumente — 3y mitzutheilen. Derselbe Hergang wieholt sich bei jedem neuen Plattenpaare, dessen der vorhanm Säule zugewendeter Pol durch Atmosphärenwirkung die egengesetzte E. des Endes der Säule in ihrer ganzen Intenerhält, wozu noch die Intensität kommt, welche der Elekotor selbst besitzt. Indem aber diese E. in den ihn mit den verbindenden Zwischenkörper eindringt, wird der andere lieses Elektromotors, der nun das Ende der Säule ausmacht, schöpflich geladen, und kann seine E. mit eben der Geindigkeit an ein prüfendes Instrument abgeben. Die eiiche Function des Zwischenleiters ist demnach, einmal h Atmosphärenwirkung gleiche el. Spannung an den beiden zugewandten Polen der Elektromotoren zu vermitteln, und tens dadurch, dafs diese Elektricitäten continuirlich in ihn ingen, und in ihm sich wechselseitig aufheben, die freie schränkte und continuirliche Entwicklung der entgegengem Elektricitäten an den von ihm abgewandten Polen eben r beiden Elektromotoren zu bewirken. In Rücksicht auf el. Wirkungen soll kein anderer factischer Unterschied hen trockenen Säulen, von denen die ganze Demonstramsging, und nassen statt finden, als der, welcher aus der iedenen Geschwindigkeit des Leiters entspringt, womit alle die Verschiedenheiten auch gegeben sind, welche von olta'schen Theorie durch die el. Verhältnisse der Säule erwerden. Ob diese an das Unendliche grenzende Verschieeit zwischen trockenen und nassen Säulen von der verschieen Durchdringlichkeit der nassen und der trockenen Zwischenr herrühren, das, meint Jaeger, werden wir nicht eher

zu entscheiden vermögen, als bis wir die Ursache der Re
tion der el. Wirkungen in der Säule, deren nasse Zwische
per durch ein Metall in zwei Schichten getheilt sind, k
gelernt haben, wobei, weil die Metalle nach ihrem Grad
Oxydabilität einen so verschieden Einfluſs äufsern, wo
chemischer Procefs mit thätig seyn dürfte. Noch erklär
Jaeger gegen die Annahme eines die Zwischenkörper in
Richtung durchdringenden Stromes von E., als den Ersch
gen geradezu widersprechend. Wenn man nämlich auf
Pol einer nassen Zink-Kupfersäule, deren — Pol den
berührt, einen Condensator legt, dessen Platten durch ein
kene Papierscheibe von einander getrennt sind, so könnte,
man seine obere Platte ableitend berührt, und dann isol
hebt, nach jener Annahme an ihr nur + E von der Sp
des + Pols der Säule erscheinen. Denn da das trockene
auch el. wirksame Säulen giebt, so mufs es den Stro
+ E, welcher sich hier vom Boden aus in einer Richtun
den Pol der Säule hin bewegen soll, ebenfalls durch sie
durch leiten, nur langsamer als das nasse. Allein jene
hobene Condensatorplatte zeigt — E, von der Spannung
Pols der Säule, multiplicirt in die Gröfse, welche das
sirende Vermögen des Instruments ausdrückt. Dafs eb
Condensatorplatte, während sie mit der Säule verbunden
ein anderes prüfendes Instrument + E von der Spannung
Pols der Säule abgiebt, rührt also blofs davon her,
selbst während diesem Abgeben — E bindet, und dam
den wird.

104. Diese Vertheilungstheorie hat durch Schol
etwas abgeänderte Gestalt erhalten, und ist durch die
der Ladungsplatten noch weiter begründet worden.
man den vordern Flächen mehrerer belegter isolirter C
einen gleich schwachen Grad von + E, und legt sie d
einander, indem man die hintere Beleguung der letzte
in eine leitende Verbindung mit dem Erdboden bringt,
die el. Spannung erhöht, und zwar im Verhältnisse d
der Tafeln, indem eine jede vordere Fläche zu ihrem
+ E, noch die von der hinteren Fläche der vorhergehend

---

1 B. Scholz Anfangsgründe der Physik, als Vorbereit
Studium der Chemie. Wien 1825.

estofsene Menge + E erhält. Das Analogon der einander. ührenden positiven und negativen Belege dieser Glastafeln nun das Metallplattenpaar und das Analogon des Glases der hte Zwischenleiter seyn, welcher mit den Metallen selbst t elektromotorisch wirkt, und für die schwache el. Spang der Metalle als ein Nichtleiter sich verhält, durch welchen + E des Zinks vertheilend wirken kann, und zwar um so hter und besser (!), je mehr sich die Flüssigkeit den Leitern ert. Betrachten wir nun zwei Plattenpaare als das Schema einfachsten Säule A und B, in welchen das Zink auf dem fer liegt, und nennen wir den el. Spannungszustand des s mit dem Kupfer, dieses als 0 angenommen + Z, so mufs, n man B auf A legt, welches letztere selbst mit dem Erdbo- in Verbindung steht, durch die vertheilende Wirkung in selben Grade, wie das darunter liegende Zink, jeder auf der pscheibe liegende Leiter + el. werden, folglich auch das Plattenpaar B. Dieses ist also nicht mehr 0 sondern + 2. Nun hieht die elektromotorische Wirkung in dem Plattenpaare rmöge welcher der el. Zustand des Zinks um 2 positiver, ner des Kupfers seyn mufs, das Kupfer giebt + E an das ab, wird aber durch die vertheilende Wirkung des Platten- s A, welches seinen scheinbaren Verlust aus dem Boden er- , stets auf + 2 erhalten, daher mufs die elektromotorische kung in dem Plattenpaare B so lange fortdauern, bis das + es Zinks 4 wird. Mittelst dieses wirkt es vertheilend h die zweite Pappscheibe auf das dritte Plattenpaar u. s. f.

Berzelius[1] construirt die Vervielfachung der Spannung in Säule gleichfalls nach der Vertheilungstheorie, indem er, Jaeger, von der Säule, deren Zwischenkörper ein Nicht- ist, ausgeht, dabei aber Jaeger's früherer Darstellung nd als das Element einer solchen und überhaupt jeder Säule uf beiden Seiten mit den heterogenen Metallen belegten, ertheilung vermittelnden Zwischenkörper betrachtet. Wer- nämlich zwei solche belegte Scheiben zusammengelegt, und Berührung ihrer einander zugekehrten el. Seiten CZ' elek- Fig. 1, so werden ihre äufseren Belegungen durch Vertheilung 148. ich freie E. empfangen. Wird eine dritte solche belegte

[1] Lehrbuch der Chemie von J. Jacob Berzelius, übers. v. Wöh- 825. I. Bds. 1. Abthl. S. 94—97.

Scheibe darauf gelegt, so wird diese nicht nur durch die i
Belegung der zweiten Scheibe freigewordene E., sondern
durch den neuen Antheil derselben geladen, welcher durc
Berührung des zweiten und dritten Paars der ungleicha
Metallplatten erregt wird, und daher wird die Ladung alle
Paare stärker, als bei den ersten zwei Paaren. Legt man
vierte Scheibe darauf, so nimmt diese nicht nur die freie E. der
Belegung der dritten Scheibe auf, sondern erlangt auch no
zwischen dieser und ihrer eigenen Belegung erregte Berüh
E_1, und es entsteht dadurch eine gröfsere Vertheilung
in jeder der vier Scheiben, als vorher bei dreien statt
Auf diese Weise wird die Intensität der Ladung mit jed
hinzugelegten Scheibe vermehrt. Um sich die ungeheure
tität der E., welche eine mit nassen Zwischenleitern ge
tete Säule bei einer so geringen Intensität giebt, zu er
vergleicht er diese[1] mit einer Ladungsflasche, wo die F
keit eben so geladen sey, wie hier das Glas. Die bei
gröfsere Quantität rühre also davon her, dafs die Flüssigk
unendlich gröfsere Capacität für vertheilte E. habe, als d
besitze, und dafs daher zur Ladung der Flüssigkeit bis z
geringen Intensität eine unendlich gröfsere Menge von E
derlich sey, als das Glas vermöge seiner geringeren C
zur Ladung erfordere. Dafs aber die Intensität der
nicht sehr grofs werden könne, liege darin, dafs die Erre
ursachen der E. so geringe Intensität haben, die Ladu
Säule aber niemals intensiver werden könne, als die Ursac
selben sey.

105. Diese Erklärung nach dem Principe der Vert
in den verschiedenen Gestalten, in welchen sie vorg
worden ist, scheint mir auf keine Weise haltbar, viel
den anerkannten Gesetzen in offenbarem Widerspruche zu
Der erste Satz, von welchem Jaeger's Deduction ausge
nämlich die Zinkplatte Z', wenn x die Stärke des Cond
K a Z' und y die ursprüngliche Spannung der E. ist, wel
wird, wenn Kupfer mit Zink in Berührung sich befind
Spannung x y zeigen werde, wenn man Z' mit dem Fin
leitend berührt, und dann an einer isolirenden Handh
hebt ist *nicht genau*; die durch irgend eine freie Sp

1 a. a. O. S. 119.

irgend eine vertheilende Schichte hindurch, hervorgeru
E. muſs immer schwächer seyn, als die Spannung, durch
e sie hervorgerufen wird, weil ja erstere Spannung aus
ıfernung wirkt, und nur in der unmittelbaren Berührung
nde ist, eine ihr gleiche entgegengesetzte Spannung zu
keln. Denn da jene durch Vertheilung freigemachte E.
n 0 entwickelt wird, und also vorher durch ein ihr glei
: zurückgehalten war, so würde ja dieses +, bei Gleichheit
annung wegen der unmittelbaren Nähe offenbar ein Ueber
ıt haben, ein Uebergewicht, welches nur durch das
e Quantum von E_1, welches seinen Gegensatz hervorruft,
lichen werden kann. Immer wird also das $\pm$ in Z' stets
r seyn, als xy, und zwar um eine Gröfse, die zwar ge
ist als y, aber sich diesem y um so mehr nähert, je ge
die condensirende Kraft des Condensators, d. h. je dik
Zwischenschicht ist. Ueberhaupt müfste die elektro
he Aeufserung der Säule wenn die in der durch einen
enkörper getrennten Metallplatte hervorgerufene freie
ng eine Wirkung der vertheilenden von der unter dem
enkörper gelegenen heterogenen Metallscheibe wäre, eine
n der Dicke dieser Zwischenschicht seyn, welchem
radezu die Erfahrung widerspricht, durch welche wir be
verden, dafs die elektroskopischen Aeufserungen der
nverändert dieselben bleiben, von welcher Ausdehnung
er feuchte Zwischenleiter seyn mag, ja selbst, wenn er
er Continuität durch ein Metall unterbrochen wird.
iese Thatsache ist eine für jede Vertheilungstheorie un
che Schwierigkeit, und nie wird durch dieses Gesetz eine
metischer Progression wachsende Vervielfachung begreif
nacht werden können. Man erinnere sich nur an eine
von Leidner Flaschen, die sich wechselseitig durch ein
aden, und in welcher die Ladung der Flaschen in einer
rischen Progression von der ursprünglich geladenen aus
en abnimmt [1]. Auch widerspricht es allen bekannten Erfah
, dafs so vortreffliche Leiter für die E., wie z. B. Säuren,
diesem Vorgange als Nichtleiter verhalten, und eine ver
de Wirkung vermitteln sollten, wo die wirkliche Mittheil
urch sie hindurch statt finden kann. Der Begriff von ei

---

[1] S. *Flasche, geladene.*

ner unendlich viel gröfseren Capacität des flüssigen Lei
des Glases für die Ladung, woraus Berzelius die ung
Quantität von E. bei der so schwachen Intensität der Sä
klärt, hat durchaus kein Fundament in den Erfahrunge
die E. Das Glas wirkt an und für sich in dem Ladungsp
mit keiner andern Capacität als jeder andere Nichtleiter,
von seiner besondern Natur ganz unabhängig immer n
Function der Oberfläche, in der es belegt ist, und der Di
Glasscheibe, folglich unendlich variabel. Die Bindung
an der Glasfläche geschieht immer nur durch die Entge
kung des Gegensatzes auf der äufsern Fläche der Ladung
und ist um so gröfser, je dünner der Zwischenraum ist,
gröfser ist also auch die Capacität. Uebrigens übersi
leicht, dafs es, um die grofse Quantität von E., wel
Säule in ihren fortwährenden Strome mittheilt, zu erklären
auf dasselbe hinausläuft, ob man mit Volta gar keine
gegangene Bindung und davon abhängige Anhäufung de
der Säule annimmt, sondern dieselbe durch die fortd
elektromotorische Thätigkeit der Metalle sich immer neu
keln läfst, oder ob man mit Berzelius jene annimmt, d
doch auch nur durch die elektromotorische Thätigkeit d
talle zu Stande kommen könnte, und die doch auf kei
hinreichen würde, um für einen Strom von Tagen und
auszureichen, wo dann doch immer noch der erstere Q
Hülfe genommen werden müfste. Was endlich die Um
dung eines einseitigen Durchströmens von einem Eindri
E. von beiden Seiten in den Zwischenkörper und die
fung der ersteren betrifft, so kann diese Frage nur ent
werden durch die Entscheidung zwischen der Franklin'sch
dualistischen Theorie. Wird erstere angenommen, so
Durchströmen begreiflich immer nur einseitig von de
Platten aus, welche positiv el. sind. Ist letztere The
richtige, so findet immer ein Eindringen von beiden Sei
positives und negatives zugleich statt. Das Argume
gen's gegen das Eindringen von einer Seite her, was i
angeführt habe, scheint mir indefs durchaus nicht bünd
in der feuchten Säule die E. der untern Platte des Cond
so schnell zugeführt wird, dafs die verhältnifsmäfsig kle
ringe Menge, welche in gleicher Zeit immer noch du
Velinpapier einseitig hindurch dringen kann, keinen me

st hervorbringen wird, und folglich neben dem wirklichen
en von + E an die obere Platte des Condensators doch
so gut, wie die ungeschwächte vertheilende Wirkung des
durch dasselbe Papier hindurch, statt finden, und diese
Platte durch Bindung in den negativen Zustand versetzen
Daher ist die Ladung der trockenen Säule, die so aufser-
lich langsam geschieht, immer noch durch ein einseitiges
dringen gedenkbar [1].

96. Diese beiden Hauptheorien der Vervielfachung stimmen,
r gesehen, darin mit einander überein, dafs sie die elektromo-
e Wirkung der Körper auf einander in der blofsen Berüh-
nd namentlich in der gewöhnlichen Z K Säule die elektromo-
e Wirkung dieser beiden Metalle auf einander, als die eigent-
uelle der E. betrachten und dem feuchten Leiter gleichsam
ne untergeordnete Rolle, namentlich keinen Antheil an der ur-
lichen Erregung der E. zuschreiben. Anders verhält es sich
n Theorien einiger anderer Physiker, die den chemischen
s und insbesondere den Oxydationsprocefs als den eigentli-
Grund der el. Erregung aufstellen. PARROT [2] gründet seine
tionstheorie auf gewisse Versuche, durch welche er bewie-
en will, dafs bei der Berührung heterogener Metalle mit ein-
keine E. erregt werde, sondern nur durch die Wirkung
nigen Leiters auf die Metalle. Z, eine Pappscheibe mit
genäfst und K in dieser Ordnung auf einander gelegt, Z mit
ondensator verbunden, K mit der Erde, gaben ihm als
aus 6 Versuchen — 4½. K, Säure, Z gaben unter diesen
nden als Mittel aus 6 Versuchen + 6½. Legte man auf
richtung des ersten Versuchs eine Kupferplatte und auf
zweiten eine Zinkplatte, so entstand dadurch keine Aen-
in den E., welche der Condensator anzeigte. Ihm zu-
st also das wahre Element der Säule Z f K, und nach die-
nigen Art der Construction das Zinkende das negative,
pferende das positive. Baue man daher die Säule nach
's Schema Z K f, so verliere man in der Säule die Wir-
iner Schichtung. Dieses soll direct durch Versuche er-
seyn, indem MARECHAUX bei seinen Untersuchungen
e Gesetze der Spannung der Säule, die auf die Volta'sche

---

[1] Vgl. übrigens meinen Aufsatz in G. LXVIII. 273.
Grundrifs der theor. Physik IIter Theil S. 564. ff.

Weise gebaut war, keinen Unterschied zwischen ei
zwei Plattenpaaren habe beobachten können, während m
Errichtung der Säule unter Annahme des obigen Eleme
ZfKZfK in diesem Falle in der That eine Spannung
die sich zu der Spannung ZfK merklich wie 2 : 1 verh
Construction der Säule ist also nach PARROT so aufzufa
jedem Augenblicke der Oxydation entsteht eine Schich
und zwar muſs diese Oxydschicht im Augenblicke de
hung vollkommen trocken seyn, da in derselben ein W
angenommen werden muſs, der dem Glühen gleich kommt,
sten Augenblicke aber wird sie von der Flüssigkeit durch
Diese Oxydschicht ist für den Augenblick ihrer Entste
also der Entstehung der beiden Elektricitäten ein Isolato
müssen beide durch die Oxydschicht im Augenblicke ihr
hung getrennt seyn, im folgenden aber nicht mehr. Wir
eine Elektricität durch eine Leitung mit der Erde gebu
muſs die andere im Augenblicke ihrer Entstehung si
zeigen, und die Condensatoren zeigen nun nur dies
hende E. an. Ist aber die Schichtung völlig isolirt, s
sich die Elektricitäten im Augenblicke nach ihrer E
und der Condensator muſs 0 E. anzeigen. Da PARR
directe Versuche gefunden haben wollte, daſs sowoh
in Berührung mit den Flüssigkeiten negativ diese pos
den, so giebt er uns folgende Erklärung, wie doch
Elemente ZfK zwei entgegengesetzte Elektricitäten
können.

Fig. 144. Es sey eine solche Schichtung gegeben, worin zw
dationen vorfallen. Durch die des Zinks erhält dies
— E, die Flüssigkeit + E, durch die des Kupfers e
ses — E, die Flüssigkeit + E und so bekommt also
sigkeit + 2 E. Ist das Ganze isolirt, so binden sich b
+ E und — E, und der gemeinschaftliche Zustand ist
fahrung gemäſs 0 E. Wird aber das — E des Zinks d
Leitung mit der Erde gebunden, im Augenblicke seine
hung, so bleibt in der Schichtung + 2 E und — E
— E bindet ein + E, und es bleibt also ein + E übrig,
auf Z oder K herübergehen kann. Da aber nach ander
chen PARROT's[1] das Kupfer eine 4 bis 5 mal so groſse

1 Vgl. dieses Wörterbuch III. B. 1. Abthl. S. 273.

die E. hat, als das Zink, so zieht es die E. so vielmal
an, und so muſs der gröſste Theil des überschüssigen + E
upfer übergehen, der kleinere Theil aber geht durch das
nd dessen Leitung nach der Erde verloren. Bei umge-
Anordnung soll der gröſste Theil des überschüssigen + E
m — E des Kupfers in den Erdboden gehen und nur der
e Theil des + E in das Zink übergehen, dort einen eben
ten Antheil von dessen — E binden, und der überschüs-
üssere Theil dieses — E soll sich am Condensator zei-
Die Säule bildet sich, indem ein zweites gleiches Ele- Fig.
f das erste gelegt wird. Hier soll nun die durch Oxy- 145.
des Z^1 in der Flüssigkeit entstandene einfache E. in K^1,
in der Flüssigkeit durch die Oxydation in Z^2 entstan-
E in K^2 übergehen. Aber es stehen — E in Z^2 und
n K^1 einander gegenüber und wirken vertheilend auf
r. Die — E auf Z^2 zieht die + E des K^1 der Flüssigkeit
Z^1 an, und entwickelt am entgegengesetzten Ende dieser
ich vollkommen berührender Leiter eben so viel — E (!),
hat Z^1 nun — 2 E. So zieht + E auf K^1 die — E des Z^2, der
eit 2, und des K^2 an, und entbindet am andern Ende
leihe von einander vollkommen berührenden Leitern eben
+ E, folglich hat K^2 nun + 2 E. So geht es von
zu Schicht zu, und es ist klar, daſs so wie zwischen
Z^2 (der Mitte dieser einfachsten Säule von zwei Schich-
statt findet, dieses gleichfalls in der Mitte einer gro-
ule von vielen Schichtungen statt finden müsse. Aber
l aller dieser Elektricitäten geht verloren, wenn nicht
K^1 mit der Erde in Verbindung stehen, weil + E und
ch dann einzeln in jeder Schichtung wechselseitig zu
Zeit haben.

se Theorie streitet sowohl mit den anerkanntesten Erfah-
im Gebiete des Galvanismus als auch mit den ausge-
ten Gesetzen der E. Parrot leugnet nämlich, um seine
cation herausbringen zu können, die wechselseitige Er-
der E. durch die bloſse Berührung der Metalle unter
, ohne alle Mitwirkung eines chemischen Processes, die
ne so festbegründete Thatsache ist, als eine in der Phy-
r nimmt seine Zuflucht zu einer verschiedenen Capacität

---

gl. Nr. 6 — 10.

für E., welcher die bekanntesten Erfahrungen widersp
und die selbst zugegeben nicht im Stande seyn würde,
häufung von +E im Kupfer begreiflich zu machen, d
pacität des mit dem Erdboden in Verbindung stehend
doch immer eine unendliche Gröfse gegen die einer
Kupferplatte seyn mufs, wie grofs auch die relative
derselben seyn mag. Es steht ferner mit den anerkan
setzen der Vertheilung im Widerspruche, dafs die –
die + E im Kupfer, in der Flüssigkeit und im Z[1] anz
am Ende dieser Reihe eben so viel — E entwickle, i
Product der vertheilenden Wirkung stets eine Function
standes ist, auf welche die vertheilende Kraft wirkt,
gen dann das — E an dem entgegengesetzten Ende in
hältnisse kleiner ausfallen müfste, in welchem die Me
und feuchten Zwischenleiter dicker wären, welchem d
elektroskopische Versuch widerspricht. Dabei ist es ei
aus nicht zu rechtfertigende Annahme, dafs die Mitth
E. von einem Metalle zum andern wegen der wenige
rungspuncte so viele Schwierigkeiten habe, dafs *für e*
die Wirkung derselben auf einander als durch Verthe
schehend angenommen werden könne. Denn wenn P
einen Beweis dafür anführt, dafs selbst wohl polirte eb
ander berührende Metallplatten sich die E. nur mit S
keit mittheilen, ohngeachtet diese verhältnifsmäfsig sic
den meisten Puncten berühren, so ist der Grund hier
ner ganz andern Relation [2] zu suchen, da von rauhe
platten es ausgemacht ist, dafs die Mittheilung der E
einen zur andern mit Leichtigkeit geschieht; auch mi
Parrot demnach die Beschaffenheit der Berührungs
Metalle mit einander auf die elektroskopischen Aeufser
Säule ihren Einfluss äufsern, welchem die Erfahrung
widerspricht. Wenn endlich nach Parrot das Sp
in der Säule verloren gehen soll, wenn nicht der eine
andere Pol mit dem Erdboden in Verbindung stehe, so
damit die ausgemachte Erfahrung, dafs eine auch auf
kommenste isolirte Säule Tage und Wochen lang ihre

1 Vgl. dieses Wörterbuch III. Bd. 1. Abth. S. 273.

2 Vgl. *Spitzenwirkung*,

chen Aeuſserungen ungeschwächt zeigt, nicht wohl in
einstimmung bringen.

07. Becquerel[1] hat gleichsam einen Zwischenweg zwi-
dieser Theorie Parrot's und der in Nr. 103. und 104.
ndelten Vertheilungstheorie eingeschlagen, indem er die
lfachung als das Product der combinirten Wirkung der
auf einander und derjenigen des feuchten Zwischenlei-
die Metalle betrachtet. Wenn zwischen einer Zink-
pferplatte ein flüssiger Leiter, sey es nun ein acider oder
her, gebracht wird, so nimmt nach Becquerel's Ver-
das Kupfer +, das Zink —E an, und beide Metalle
n sich also auf eine entgegengesetzte Weise, als wenn
einander unmittelbar berühren. Es werden nun durch
d — δ die el. Zustände dieser beiden Metalle dargestellt,
e durch eine saure Auflösung von einander getrennt sind,
ch — ½ und + ½ die Quantitäten von E., welche sie durch
chselseitige Berührung erhalten. Nun lege man auf die
eibe des Elements KfZ eine Kupferscheibe, diese wird
en — ½ E, welche sie dem Zinke entzieht, mit ihr die
δ theilen, welche das Zink vorher besafs, aufserdem
Flüssigkeit als Leiter auf die erste Kupferscheibe + ½
s übertragen, so dafs demnach die el. Zustände folgen-
werden:

res Kupfer.	Flüssigkeit.	Zink.	Oberes Kupfer.
$+\delta$	-	$+\frac{1}{2} - \frac{\delta}{2}$	$-\frac{1}{2} - \frac{\delta}{2}$

n eine neue nasse und eine Zinkscheibe hinzu, so wird
en:

Kupfer.	Flüssigkeit.	Zink.	Kupfer.	Flüssigkeit.	Zink.
$-\delta$	-	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-	$-\frac{1}{2} - \delta$ u. s. f.

eutlich erhellet, dafs die elektromotorischen Actionen
igkeiten auf die Metalle, welche die Volta'schen Paare
dahin streben, die el. Spannungen der verschiedenen
der Säule zu vermehren. Dabei läfst es Becquerel
tellt seyn, welchen Einfluſs etwa noch die chemische
r Flüssigkeit auf die Ladung der Säule, oder die
keit des Stromes bei Entladung der Säule selbst haben
da die nöthigen Data bis jetzt uns noch fehlen.

---

[1] nales de Chemie et de physique T. XXV. p. 186.

In der Uebersetzung dieser Abhandlung in Schw
Journale[1] hat der Herausgeber die erste Reihe Becquer
seinen Prämissen so berichtigt:

$$-\tfrac{1}{2}+\delta \quad . \quad . \quad +\tfrac{1}{2}-\frac{\delta}{2}-\tfrac{1}{2}-\frac{\delta}{2}$$

und glaubt, dafs die von mir nach dem Originale ange
Reihe auf einem Druckfehler beruhe. Indefs ist g
Zahlenreihe eine nothwendige Folge der Prämissen, d
Metalle Elektricitäten aus dem 0 hervorgehen, und wi
ben müssen und das Zink seine + E mit dem unte
theilt, auch die Zahlen $+\frac{1}{2}$ und $-\frac{1}{2}$ überhaupt nur
sind, um den Spannungsunterschied zwischen Z und
cher mit ihrer Berührung gegeben ist, zu bezeichnen,
len diesen Forderungen nicht eher Genüge geleistet,
nicht eher Ruhestand eingetreten, als bis die E. auf d
bene Weise vertheilt ist. Uebrigens hat Becquerel
spätern Abhandlung[2] behauptet, dafs das Kupfer mi
und Salpeterauflösung negativ werde, so dafs wenigste
len, in welche diese als Zwischenleiter eingehen, d
kung nach dem angegebenen Schema nicht statt finde

108. Pohl, welcher, wie wir gesehen (Nr. 6
vanisch-elektrische Erregung von der Wirkung der
die flüssigen Leiter ableitet, und die Wirkung der
einander gleichsam nur als einen Reiz betrachtet, w
Wirkung verstärkt, stellt gleichfalls wie Parrot, u
in den ersten Zeiten von einigen deutschen Physike
hen war, als das Schema des Elements, dessen Ver
die Säule bildet, die Formel Z f K auf, in welchem
mit dem Zinke der + Pol mit dem Kupfer zusammen
wie Z und K allgemein, jenes das im Contacte mit d
positiv, dieses das negativ werdende repräsentirt, so
mal der — Pol auf die Seite des positiven, der +
Seite des negativen fallen, wenn sie auf die angegeb
mit einem feuchten Erreger zusammen gebracht we
zwar sowohl im ungeschlossenen als geschlossenen Z
sagter Aneinanderreihung[3]. Werden zwei solche E

1 N. R. XIV. 168. — 170.
2 Ann. de Chemie 1827. Juin. p. 121.
3 Der Proceſs u. s. w. S. 90.

ıder gereiht, und wird das Maximum der positiven Erre-
, wie es bloſs aus dem Conflicte der Flüssigkeiten mit den
llen hervorgeht, vor der Combination in jedem einzelnen
ente durch $+\delta$, und eben so das Maximum der negativen
ı $-\delta$ bezeichnet, so ist bei zwei combinirten Elementen,
fürs erste noch Rücksicht auf die Contactelektricität der Me-
zu nehmen, durch die wechselseitige Berührung in der
eben so, als wenn jedes Element dort bloſs ableitend be-
wäre, die Intensität der Erregung an den beiden Extre-
verdoppelt, und der Zustand der zusammengesetzten Säule
sicht auf die Vertheilung der el. Erregung durch folgendes
ıa dargestellt:

$$\begin{array}{ccccc} & & \overbrace{}^{0} & & \\ +2\delta & & -\delta + \delta & & -2\delta \\ K & & fZ \quad K & & fZ \end{array}$$

n nach Pohl vermöge der Spannung durch die zugleich
ende Contactelektricität zwischen dem mittlern Z und K
ſ nicht nur nicht aufgehoben, sondern vielmehr noch sehr
htlich um ein mit ihm gleichartiges δ' vergröſsert wird,
so, wenn man $\delta + \delta' = E.$ setzt, in dieses E. übergeht, so
ndelt sich jenes Schema in ein solches, wo statt δ, E.
uirt werden muſs. Völlig nach demselben Vertheilungs-
e ist dann der Zustand einer aus drei Elementen zusam-
setzten Kette durch folgendes Schema dargestellt:

$$\begin{array}{ccccc} & & +E & & -E \\ E. & & -\overbrace{E + 2E} & & \overset{o}{-}\overbrace{2E + E} & & -E \\ & & f\ Z \quad K & & f\ Z \quad K & & f\ Z \end{array}$$

eselbe Weise construirt Pohl jede auch noch so zusammen-
e Säule, und gelangt zu den Spannungen, wie sie auch
unmittelbare Versuche bewiesen ist; nur, bemerkte er,
man sich nicht vorstellen, daſs darum in der einen Hälfte
ositive, in der andern bloſs negative Thätigkeit sey, son-
ı beiden Hälften seyen beide zugleich, nur daſs von dem
en nach dem positiven Pole, die positive allmälig wachse
e negative eben so allmälig abnehme und so umgekehrt.
Pole der Säule ganz übereinstimmen mit den Polen des
ıts derselben, so ist auch in ihr der Kupferpol der posi-
nd der Zinkpole der negativen, sofern die Pole nach der
ıd.

Lage der Metalle nicht in Beziehung auf einander, sondern
naturgemäfs in Beziehung auf die Feuchtigkeit, von w
allein die eigentliche el. Erregung ausgeht, oder auf welch
diese Erregung bezieht, bestimmt werden; in der Säule
daher nach dem negativ elektrischen Pole, dem wahren
pole, die Oxydation zu, da eben die Tendenz des neg
ist, sich zu oxydiren, das Oxygen oder Acide anzuziehen
eben so die Hydrogenisation oder die Desoxydation nach
positiven Pole oder dem wahren Kupferpole. Die Schw
keit, dafs bei der Schliefsung der Säule an dem positiven
Pohl's Kupferpole vielmehr das Oxygen, an dem neg
oder seinem Zinkpole das Hydrogen auftritt, also hier die
Elektricitäten die entgegengesetzten Tendenzen, wie in d
fachen Kette, oder der zum Kreise geschlossenen, aus zw
mologen Gliedern bestehenden, Säule zeigen, in deren ein
Elementen Z f K gerade alles so vorgeht, wie in der ein
Kette, glaubt Pohl durch die Annahme zu lösen, dafs s
ein Metall, wodurch der feuchte Leiter eines einzelnen El
unterbrochen wird, in zwei entgegengesetzte polaren Zon
fällt, eben so auch die einzelne Kupferplatte, die in der unge
senen Kette diese am positiven Pole endigt, und durch und
positiv ist, beim Auflegen einer feuchten Pappscheibe auf d
sogleich auf ähnliche Weise in zwei Zonen zerfalle, wovon
nach einwärts gekehrt sey, die andere sich nach aufsen rich
eben darum nun eine oxydirende Tendenz gegen die Flä
wende, was dann auf die entgegengesetzte Weise für da
gelte. Wenn wir auch diese Prämissen zugeben wollt
können wir doch in der Anwendung derselben keine b
gende Erklärung der Säule finden, und sein Ariadnischer
welcher[1] nicht nur ohne Gefahr, sondern selbst zum Sie
gen die monströsen Mifsgestaltungen des Trugs durch d
worrene Labyrinth der Erscheinungen führen soll, sche
vielmehr nur auf Irrwege und in viel schlimmere Lab
verleitet zu haben. Wir sehen 1. auf keine Weise ei
nach seinem Schema eine Vervielfachung der Wirkung
die Aneinanderreihung mehrerer Ketten zu Stande b
kann; denn wenn, um die kleinste Volta'sche Säule zu
zu bringen, zwei seiner Elemente wie K f Z; K' f Z' an

[1] a. a. O. S. 138.

gereiht werden, so ist nicht abzusehen, wie die Wirkung
Z auf das K′ und umgekehrt, die Spannung an den Enden
nd Z′ verstärken (verdoppeln) soll, da Pohl an einem an-
n Orte [1] behauptet und auch zu erklären sucht, dafs die po-
e Spannung einer mit einer feuchten Pappscheibe (f) in Be-
ung befindlichen Kupferplatte erhöht werde, wenn die an-
Seite nun auch mit einer Zinkplatte bewaffnet werde,
löge der Hervorrufung einer positiven Spannung in der
igkeit an der dem Zinke zugekehrten Seite, und einer ent-
henden an der Kehrseite. Da nun nach Pohl das — des
ch das + des daran grenzenden Kupfers auf 0 gebracht
, so müfste die Spannung des Kupfers, die ja durch ihren
satz erhöht war, vielmehr sinken, wenn dieser Gegen-
elbst auf 0 sinkt. Dasselbe Räsonnement gilt in Beziehung
ie Erklärung der Erhöhung der relativen Spannung in Z′.
enigsten sieht man ein, wie es gerade zu einer Verdop-
g kommen soll, für welche die Volta'sche Theorie, welcher
dieselbe abgeborgt hat, einen vollkommen bündigen Grund
eben im Stande ist, aber in den Prämissen Pohl's durch-
iner liegt, da er doch auf keine Weise annehmen kann,
dem Elemente ZfK das — δ und + δ auf beiden Sei-
ts einander gleich sind, weil daraus folgte, dafs alle Me-
die mit irgend einer Flüssigkeit positiv, und alle, die mit
en negativ werden, es in *gleichem* Grade werden. 2. Da
durchaus keinen andern Unterschied zwischen el. Span-
und dem, was die gemeine Reflexion (nach seinem
gebrauche) el. Strom nennt, der nach ihm überall nur ein
ses Trugbild jener Reflexion ist, gelten läfst, als einen
adativen, oder zwischen Tendenz und wirklicher That,
se Spannung aber zur That, oder zum Chemismus aus-
sobald sie auf einen gewissen Grad gesteigert wird, wie
i der Schliefsung der Kette durch den Reiz der Metall-
ität, so sieht man nicht ein, warum die Säule, in wel-
t der Zahl der Platten die Spannung wächst, nicht bald
ichen Punct der Steigerung, wie die einfache Kette durch
liefsung, erreicht und auch schon im ungeschlossenen
e die Erscheinungen dieser letztern zeigt; warum na-
h nicht durch die blofse Einführung eines Drahtes von

[1] 65 — 66. ff.

dem einen, namentlich dem — el., Pole aus in eine isolirte röhre, deren Wassersäule am andern Ende durch ein po Metall begrenzt ist, während zugleich der andere Pol ab berührt wird, eine auffallende Wasserzersetzung erfolgt.

3. Die Erklärung Pohl's von der Verwandlung de her in der ungeschlossenen Säule positiven Kupferpols u nes Polardrahtes in einen nach aufsen negativen, und de her negativen Zinkpols in einen nach aufsen positiven, zwischen beide Pole eine Flüssigkeit, z. B. die Wasser Gasröhre, tritt, nach dem Gesetze, nach welchem ein di sigkeit unterbrechendes Metall selbst Polarität annimmt, zwei Zonen zerfällt, scheint mir gänzlich verfehlt, d letztern Falle unterliegt das interpolirte Metall den Ans und Anregungen der beiden entgegengesetzten Pole, wä dem vorliegenden Falle die Endkupferplatte und der mit bundene Polardraht, welche ihre äufsere Seite dem n Pole der entgegengesetzten Zinkplatte zukehren, nac Gesetze der Erregung des Gegensatzes, nur um so stärk tiv werden müfste, und so umgekehrt der Zinkpol nur stärker negativ.

Dieses führt uns noch zur Beleuchtung eines Ve durch welchen Pohl seine Theorie der Polarisirung der platten durch die Flüssigkeit, die an sie angrenzt, auf ei zende Weise bestätigt zu haben glaubt, eines Versuchs Resultat, wenn es sich so verhielte, wie Pohl es angi lerdings mit Volta's Theorie kaum zu vereinigen wär

Fig 146 bilde eine einfache galv. Kette, indem man zwischen pfer- und Zinkblech K und Z von ungefähr 6 Zoll im mehrere gleich grofse und gleich stark mit der Flüssigk dünnter Schwefelsäure) durchzogene Pappscheiben, Stück über einander legt. Zwischen die Pappscheiben ferner eine entsprechende Zahl von Kupferblechen bei ben höchstens 6 Bleche a, b, c, d, e, f, von solcher Gröf schaltet, dafs sie mit trockenen Rändern überall über d scheiben etwas hervorstehen, und so geordnet, dafs je pferblech von jedem benachbarten Bleche durch eine Pappscheibe getrennt ist. Man verbinde die Kupferblec weise, wie es in der Zeichnung versichtbart ist, durch

---

1 S. a. a. O. S. 401.

e Schliefsungsdrähte, das äufsere Paar a und b durch den
ht 1, das zweite Paar c und d durch den Draht 2, das
te Paar e und f durch den Draht 3, und schliefse das ei-
tliche Erregerpaar K und Z durch den um die Magnet-
el geschlungenen Multiplicator. Die Nadel wird dann ei-
zwar durch die Zwischenplatten geschwächte, aber den-
h völlig entschiedene, normale Ablenkung erleiden. Steht
Nadel im Süden der Kette, und ist das mit dem Kupfer K
mdene Extrem des Multiplicators über die Nadel von Nor-
nach Süden geführt, so dafs der Draht unter ihr wieder von
n nach Norden zum Zink Z der Kette zurückgeht, so ist
Abweichung der Regel gemäfs östlich. Verbindet man aber
nd Z durch einen einfachen Draht, und dagegen die Arma-
n a und b, nachdem der Verbindungsdraht 1 fortgenommen
den, durch den Multiplicator, so dafs das Ende desselben,
hes früher mit K verbunden war, jetzt an a, und eben so
Ende, welches mit Z verbunden war, jetzt an b anliegt, so
die Nadel westlich abgelenkt. Verbindet man aufs Neue
d b durch den Draht 1, und legt statt des Drahtes 2 den
iplicator in der nämlichen Ordnung der Extreme an c und
) also, dafs das eine vorher mit a verbundene Extrem jetzt
, das andere von b jetzt an d anliegt, so ist die Abweichung
er östlich, und nachdem die Verbindung 2 wieder hergestellt
len, so ist, wenn e und f in der nämlichen Ordnung durch
Multiplicator verbunden werden, die Abweichung der Na-
bermals der vorhergehenden entgegengesetzt, nämlich west-
1. s. f. Gegen die Mitte hin werden diese Abweichungen
nweise schwächer, dennoch völlig entschieden und höchst
ant. Die Zeichen, womit die Figur versehen ist, deuten
ich die Erklärung dieses Erfolgs nach Pohl's Theorie der
isation der Metalle durch Vermittelung der Flüssigkeit an.
l b, da sie metallisch verbunden gleichsam nur eine Scheibe
), theilen zwischen sich die Polarität, und jede Scheibe
nur einen Pol vor. Die Polarisirung, die von den End-
ben K und Z ausgeht, schreitet auf diese Weise von den
n nach der Mitte so fort, dafs die abwechselnden Metall-
n eine ungetheilte Polarität haben. Da nun in a und b die
in Beziehung auf den Multiplicator die entgegengesetzte
wie in K und Z haben, so müssen sie auch die entgegen-
zte Ablenkung (die westliche), c und d bei der gleichen

Lage der Pole die gleiche (die östliche) endlich e und die entgegengesetzte hervorbringen. Diese Constructio scheinung wäre sehr plausibel, wenn sich die Sache v verhielte. Die Wahrheit ist aber, dafs die Nadel in gen 1. 2. 3. unter den oben angegebenen Bedingunge nämlich die Enden der Drähte auf die gleiche Weis Multiplicator verbunden sind, die gleichnamige Able in allen 3 Fällen die entgegengesetzte von derjenigen wenn sie mit dem Drahte von K und Z verbunden ist folg nach allen seinen Modificationen stimmt genau überein, was sich nach Volta's Theorie anticipiren K nach Z geht der Strom durch den Multiplicator offe ner entgegengesetzten Richtung über die Nadel weg, (ich fasse den positiven zunächst ins Auge) abwärts g seiner Rückkehr von Z nach K durch die Kette, wo geht, also müssen die Abweichungen entgegenge Dabei mufs die Abweichung dem Grade nach immer werden, wie die Drähte näher nach der Mitte zu li ein verhältnifsmäfsig immer kleinerer Theil des Stro des zunehmenden Widerstandes von den Enden nac zu durch die Kette durchgeht. Wie nun aber Pohl entgegengesetztes Resultat von dem meinigen erha konnte, darüber kann ich mich hier in keine Vermut lassen. Für mich ist jeder Einwurf, der von diese gegen Volta's Theorie hergenommen werden könn aus nichtig, da ich für die Genauigkeit meines durch derholung constatirten Resultats einstehen kann.

109. Schweigger [1] suchte das Princip der kung in der Aneinanderreihung polarisch gespannte eines zersetzbaren Fluidums, dessen entgegengesetz theile aus einander treten. Ihm ist die Säule ein entstanden durch die Aneinanderreihung verschieden die sich durch die ungleichnamigen Pole zusamme Diese kleineren Magnete sind die mit den ungleichn len sich verbindenden el. polarischen Wasserschicht klar, meint Schweigger, dafs indem bei + Wasser ser —, die mittleren — und + sich zusammen sch halten, die entgegengesetzten + — verstärkt wer

1 Gehl. N. J. VII. 557

mit wäre der feuchte Leiter nichts weniger als Leiter, son-
n seine Hauptrolle bestände darin, dafs er zwischen den in
r el. Wahlanziehung verschiedenen Leitern (Zink und Kupfer)
len Zustand des Turmalins geriethe. Diese entgegengesetz-
el. Zustände der Wasserschichten heben sich abwechselnd
Entladung der Säule) und erneuern sich wieder. Schwei-
suchte diese Ansicht vorzüglich durch jene galv. Combina-
n, von denen schon oben (Nr. 102.) die Rede gewesen ist,
egründen und in ein helles Licht zu stellen. Dafs die
reinanderschichtung KZK′ WKZK′ keine Wirkung gebe,
rt er daraus, dafs keine polarische Wasserschichten entste-
können, indem W an zwei gleichartige Metalle anspült, und
ie hier gar keine Wasserpolarität entsteht, so entstehen in
n Fällen entgegengesetzte, d. h. die polarischen Wasser-
hten schliefsen sich nicht mit den ungleichnamigen Polen
amen, sondern repelliren sich mit den gleichnamigen. Die
gung dieser Wasserpolarität soll von dem Oxydationspro-
in der Säule von dem sich oxydirenden Metalle ausgehen;
ir denn keine Volta'sche Säule absolut ohne alle Oxyda-
tennen. Das mehr oxydirbare Metall soll der Erreger je-
l. Spannung im Wasser seyn, worauf die Polarität der ein-
n Wasserschichten in der Säule beruht, eine Spannung,
e gegen K (doch nur im Wasser und vermittelst des Was-
) gerichtet ist. Wenn nun Z der Erreger jener Spannung
so sey klar, dafs ein solcher Erreger Z gegen mehrere K
en könne, umgekehrt, wenn mehrere Z bei einem K vor-
n sind, so werde dennoch blofs diejenige Gröfse der Span-
eintreten können, welche das eine K aufzunehmen fähig
Bei Combinationen, wie die oben angegebene, sey in je-
Wasserschicht doppelte Spannung, nämlich die des Z gegen
welche, da Z mit K′ in demselben Fache sich befindet, so-
entladen wird, und die des Z gegen K^2, welche in die
ie eingeht. Die polarischen Wasserschichten zwischen
nzelnen Z und K^2 schliefsen sich mit ungleichnamigen Po-
sammen, und ihnen verdankt die entstehende Spannung
Ursprung. Dagegen ist in der Combination 5 Nr. II. nur
pannung KZ′, die jedoch, weil sie schon eine geschlos- Fig.
kette bildet, zur Erzeugung einer Batterie unwirksam ist, 140.
zwischen K und Z^2 kann wegen Repulsion der gleichna-
freien Elektricitäten des Z′ und Z^2 keine Spannung ein-

treten, besonders da die E. des Z bei der geschlossenen
KZ' offenbar von überwiegender Stärke ist. Sonach d
keine polarische Wasserschichten entstehen können, die si
Bildung der Batterie zusammenschliefsen, wird dieser
rat ohne Wirkung seyn müssen, wie auch die Ve
auf das entscheidendste (vgl. Nr. 102.) beweisen. Einen
Beweis der Richtigkeit dieser Erklärung findet Schweig
Fig. der Combination, welche eine Abänderung der zuletzt er
148. ten ganz unwirksamen ist, denn hier können zwischen K
ungehindert Wasserpolaritäten entstehen, die sich an ei
reihend zur Batterie verbinden, welche Batterie aber nich
ker seyn kann und auch nicht stärker ist, als die Batte
Fig. Combination Z, da in jedem Fache zwei Z gegen ein K
140. nen, die eine Spannung aber zwischen K und Z contin
entladen wird, folglich nur die Hälfte der Spannung z
bleibt, welche K nach der Gröfse der Fläche, die es da
aufzunehmen im Stande ist. Jene unwirksame Batterie
man auch dadurch wieder in eine wirksame verwandeln
man sich kleinerer Zink- und gröfserer Kupferplatte
dient, die auf allen Seiten neben den Zinkplatten h
ragen, weil dann die Repulsion der E. in Z sich nicht s
erstreckt, um der Spannung zwischen den hervorragenden
len des K und des gegenüberliegenden Z^2 in Weg zu
Vorzüglich beruft sich Schweigger noch auf folgende
Versuche, die er zugleich als einen unumstöfslichen B
gegen die Volta'sche Theorie betrachtet. In einen hölz
Fig. wohl ausgekitteten Trog sind die Kupferplatten $K^2 K^3$
149. die Zinkplatte Z von etwa $2\frac{1}{2}$ Quadratzoll so eingekitte
sie drei Zellen bilden, deren Flüssigkeit auf keine We
einander communicirt. Von K^2 K^3 gehen in ein Gefäfs h
singdrähte m m, die mittleren Platten K^1 Z sind durch
Draht mit einander verbunden, so dafs sie einen einfache
ta'schen Elektromotor bilden. Füllt man alle drei Zelle
das untere Gefäfs mit heifsem schwefelsaurem Wasser,
man an dem Drahte m^2 Wasserstoffgasentwicklung, u
Draht m^1 oxydirt sich. Nach Volta's Theorie finde
gleichsam eine doppelte Entladung des einfachen Elektro
ZK^1 statt, nämlich einmal nach einwärts in der Zelle y, in
cher sich + von β und — von γ immerfort in der Flüs
ausgleichen, und nach aufsen, wo auf dem längeren Weg

issigkeit in x, K^2, den Messingdraht m^1, die Flüssigkeit m^2, K^3 und die Flüssigkeit in v, das + auf α sich n — auf δ eben so ausgleicht. Legt man nun einen wollenen Streifen S, der durch eine punctirte Linie anist, über K^1 und verbindet dadurch die Flüssigkeiten in v, so wird die Gasentwicklung in h fast gänzlich aufhö- egt man dagegen denselben wollenen Streifen über Z, und und y in Verbindung, während die Flüssigkeiten in y und Gemeinschaft mehr haben, so wird die Gasentwickeh so gut wie nicht vermindert seyn. Wenn man daher e der Volta'schen Theorie den Erfolg des ersten Verivon ableiten wollte, dafs nunmehro — E in δ sich ge- E an β mittelst des nassen Streifens entlade, und folgit mehr nach aufsen in der Richtung nach K^3 wirken so steht damit der zweite Versuch im Widerspruche; gleiche Entladung des + E an α durch dieselben nassen hätte erfolgen, und folglich auch hier die Wirkung nach ür einen zweiten Kreislauf hätte aufhören müssen. Daklärt sich alles sehr befriedigand aus der Theorie der Wasserschichten. Sobald nämlich y und v Communiaben, so stöfst Z auch gegen K^3 seine positive basische ng (im Sinne der in Nr. 63. dargestellten Theorie Jastatt dafs vorher dem K^3 von K^1 die positive Auflösung i und negative saure zugeführt wurde. Nun ist also die t in y v, welches jetzt als ein einziges Fach anzusehen selbe wie in x, und beide polare Wasserschichten steich mit gleichnamigen Polen sich wechselseitig repelligen einander, statt sich zur Kette zusammen zu schlieoch wird, wenn man die mit der Flüssigkeit in Verstehende Oberfläche von K^1 sehr viel gröfser nimmt, als noch einige Wirkung vorhanden seyn, weil dann Z unnd seyn wird, das ganze K^1 in Action zu setzen, oder och noch immer einige positive Auflösung von K^2 an sich ben weil es durch Z nicht reichlich genug damit versehen Im zweiten Falle dagegen wird K^1 mehr als hinreichend elektrische (basische) Flüssigkeit von der ihm zugekehre β des Zinks erhalten, und wenig oder nichts von der sich hinüberreifsen. Letztere wird also eben so wie schon gegen K^3 repellirend wirken, wodurch die polaVasserschichte in x in ihrer vollen Stärke entstehen kann.

Endlich glaubt Schweigger durch seine Theorie der
Wasserschichten die Hemmung aller Wirkung eines el
Fig. 84. Elektromotors, wenn sein feuchter Leiter durch Gold o
tin unterbrochen ist, befriedigend erklären zu können.
det ein nasser Streifen die beiden Gefäfse, so ist, da ei
zige polare Wasserschicht sich zwischen zwei heteroge
tallen befindet, die galvanische Kette vollständig; w
der Metalldraht x als Leiter gebraucht, so gehört zur
digen Kette, dafs sowohl zwischen a und c in dem ein
auch zwischen d und b in dem andern Gefäfse eine pola
serschicht entstehe. Dieses findet aber blofs dadurch st
der Metalldraht x selbst polarisch wird. Dieses ist seh
möglich, wenn er sich in einer ihn oxydirenden Flüssig
findet, denn da jede Oxydation ein galvanischer Proces
welchem, wie Jaeger's Versuche darthun (s. Nr. 40.)
und positive Pole vorhanden sind, so braucht nun auf d
Seite des verbindenden Drahtes x, an d nämlich, die
an der andern in c dagegen die negative Polarität erhöht
den, damit an c der Hydrogen- an d der Oxygenpol
Weit gröfsere Kraft der E. ist natürlich nöthig, um die
rität des verbindenden Drahtes x einzuleiten, wenn, wie b
Golddrahte der Fall ist, nicht durch die Oxydation sch
tive und negative Polarität vorbereitend gebildet sind.
erklärt sich auf diese Weise sehr befriedigend, warum ein
Eisendraht und negativer Platindraht in der Gasröhre
gröfseres Product geben, als Platindraht auf beiden Seit

Gegen diese Darstellung Schweigger's läfst sich v
Dingen der Einwurf des Mangels von Klarheit mach
scheinen nämlich ganz verschiedene Erklärungsprincip
einander vereinigt, ohne die nöthige Sonderung, durch
jedem derselben sein Antheil an der Entstehung der Phä
angewiesen wird. Diese verschiedenen Principien sind d
ta'sche, nach welchem die Metalle selbst einander in ih
rührung el. erregen, diese Erregung auf die Flüssigkeit
gen, und letztere dadurch polarisiren; alsdann, wie es
das chemische, nach welchem die Metalle an und für s
auch aufser dieser Berührung einen polaren Proces
Flüssigkeiten hervorrufen, und zwar das Kupfer einen v
schend negativen, das Zink einen vorherrschend p
Demnächst ist eine blofse Parallelisirung der Säule mit

n Magnete und die Zusammensetzung derselben aus vie-
neren mit ihren ungleichnamigen Polen sich an einander
nden Schichten keine eigentliche Construction, nach
man sich einen deutlichen Begriff von den elektroskopi-
erhältnissen derselben machen kann. Auch scheinen
von Schweigger gegen die Volta'sche Theorie aufge-
Einwendungen, namentlich die von den zuletzt ange-
Versuchen hergenommenen, keine so unumstöfslich,
deswegen diese Theorie einer offenbar unbestimmten
nfopfern sollte. Der verschiedene Erfolg in jenen bei-
uchen erklärt sich nämlich nach Volta's Theorie be-
d, sobald man auf den Umstand Rücksicht nimmt, dafs
gkeit von viel Kupfer durch wenig Zink, aber nicht
rt die Thätigkeit von viel Zink durch wenig Kupfer er-
der ausgeglichen wird. In dem ersten Versuche konnte
Fläche β des Z vollkommen die Thätigkeit von den bei-
flächen des Kupfers v und δ ausgleichen, oder alle E,
iese zwei Flächen hergaben, mit denen sie in einer und
Flüssigkeit sich befand, aufnehmen und ausgleichen,
in dem zweiten Versuche die eine Oberfläche des Ku
icht hinreichte für die Menge E, welche das Zink von
iden Oberflächen α und β hergab, so dafs also in die-
für die Circulation nach aufsen noch genug übrig blieb.
gsten sieht man ein, wie mit der Annahme solcher po-
sserschichten, die sich mit ihren ungleichnamigen Po-
amen schliefsen, die Existenz einer Säule, welche
l durch positive oder durch und durch negative Pola-
, zu vereinigen ist. Hier fehlt auf jeden Fall die
aus der Sphäre des Magnetismus, dessen Parallele
hstens nur ein dunkles einem andern Dunkeln gleich

Dafs bis in die neuesten Zeiten noch keine vollkom-
ereinstimmung der Physiker in der Erklärung der Er-
en des Galvanismus statt findet, beweist zur Genüge,
manche Dunkelheiten hier obwalten, deren Zerstreuung
Forschungen vorbehalten bleiben mufs. Volta's Prin-
allerdings eine befriedigende Erklärung für die regel-
unahme der Spannung in der Säule, so wie auch für
ze, nach welchen durch die Abänderungen der ver-
n Factoren der Säule und ihrer mannigfaltigen Combi-

nationen der Wechsel ihrer verschiedenen Wirkungen b
werden kann, die Kraft selbst aber, welche hierbei al
angenommen wird, ist in gewissem Sinne eine Qualitas
da ihre Abhängigkeit von andern Eigenschaften der Kör
ihr Zusammenhang mit diesen, die sich in so vielen Ver
sen aussprechen, in tiefes Dunkel gehüllt bleiben. D
stand, dafs das elektrisch-galvanische Verhalten der t
Erreger in einem so gesetzmäfsigen Zusammenhange m
chemischen Werthe steht, dafs die el. Spannungsreihe d
kenen Erreger zugleich auch die Reihe ihrer Oxydirbark
Gröfse ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff ist, jene Re
deren einem negativen Ende das mit Sauerstoff gleich
meisten übersättigte und in seiner Verwandtschaft zu de
am vollkommensten befriedigte Manganhyperoxyd und
gegengesetzten positiven Ende das Kalium, die unter a
kannten Körpern die stärkste Anziehung zum Sauerstoff a
Substanz sich befindet, verbunden mit so manchen and
scheinungen von einem gleichen Charakter, die an ihr
angeführt worden sind, mufs das Bestreben, den che
und den galvanischen Procefs in eine innigere Verbin
bringen, als es durch die Volta'sche Theorie geschieh
unterhalten. Indem wir diesem Bestreben volles Recht
fahren lassen, müssen wir aber zugleich eben so offe
hen und glauben auch in den früheren Erörterungen
weis dafür geliefert zu haben, dafs alle Bemühungen
Hinsicht bis jetzt fruchtlos gewesen sind. Was übe
dieser Hinsicht noch zum Für oder Wider ergänzend h
fügt werden könnte, wird seine passendste Stelle unter
tikel: *Thermomagnetismus* und *Säule, Volta'sche*, b
bei Gelegenheit der Verhandlungen über die sogenannte
oder *Zamboni'sche* finden, und bis dahin werden wir a
legenheit gefunden haben, jene wichtigen Versuche
über die Unwirksamkeit von Säulen, in welchen alle
kung des atmosphärischen Sauerstoffs ausgeschlossen is
neuen Prüfung zu unterwerfen.

IV. Anwendung.

111. Da von der Volta'schen Säule noch in einem
Artikel gehandelt werden wird, und die Anwendungen

i nach ihrer besondern Construction richten, so verweise
as ihre Benutzung betrifft, auf diesen Artikel und be-
e mich hier nur auf die Anwendung der einfachen Kette.
dem eben nicht sehr in Betracht kommenden Gebrauche
n zur Darstellung von reinem Wasserstoffgas, und zur
lung des Gehalts von Arsenik oder Kupfer bei Vergiftungs-
hungen, oder zur Ausmittlung solcher schädlicher me-
r Beimischungen in Getränken, Arzneien u. s. w. so
Reduction des reinen Silbers aus dem Hornsilber, wo-
Hauptsache nach schon in Nr. 34, 35 und 36 gehandelt
ist, verdient hier noch die durch Davy in Vorschlag
e und durch Versuche im Grofsen geprüfte und wenig-
m Theil bewährte Anwendung einer einfachen galvani-
ette zum Schutze des Kupferbeschlags der Schiffe, und
liche Anwendung der einfachen Kette vorzüglich in der
e, die wir dem Engländer John Mansford verdanken,
auere Erwähnung. Zu den schon oben (Nr. 34.) mitge-
Versuchen sind hier noch einige neuere von Davy, die
enstand weiter aufgeklärt haben, nachzutragen [1]. Ku-
en in Berührung mit $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{100}$ ihrer Oberfläche von
isen oder Gusseisen wurden mehrere Wochen im Hafen
smouth der Bewegung der Ebbe und Fluth ausgesetzt.
r metallische *Bewahrer (Protector)* $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{100}$ von der
he des Kupfers, so fand kein Angriff oder Gewichts-
erung des letzteren Metalls statt, mit kleineren Quanti-
e $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{200}$ erlitt das Kupfer einen Abgang, der im
ifs gröfser war, als der Bewahrer weniger betrug, doch
selbst $\frac{1}{1000}$ Gufseisen der Oberfläche noch eine gewisse
Kupfer. Während das geschützte Kupfer seine glän-
berfläche behält, wird das nicht geschützte erst roth,
n und verliert einen Theil seiner Substanz in Schuppen.
ich, dafs das Gufseisen am tauglichsten zur Beschützung
ers ist, da es eben so lange wie Zink und geschmeidi-
n aushält, der Graphit, der sich an seiner Oberfläche
Wirkung des Seewassers erzeugt, seine ursprüngliche
ht ändert und seine el. Wirkung nicht hindert, und es

---

ilos. Trans. for 1824. p. 250. und daraus in den Annales
Tome XXIX. p. 187. und Philos. Trans. for 1825. P. II.

zugleich das wohlfeilste und überall leicht zu haben
setzt sich auf das im negativen Zustande durch den
erhaltene Kupfer unter gewissen Umständen aus dem S
ein erdiger Ueberzug ab. Bei der Anwendung von Z
Eisen zu $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{80}$ von der Oberfläche des Kupfers w
nach einigen Monaten mit einer weifsen Materie überzo
als der Hauptsache nach aus kohlensaurem Kalk, kohl
Talk und Talkhydrat zusammengesetzt erkannt wurde
so verhielt sich der Kupferbeschlag zweier Schiffe,
so wie jener erdige Ueberzug sich zu bilden anfing,
wächse und Muscheln sich ansetzten. Betrug aber die O
des Protectors von Zink oder Gufseisen weniger als
jenigen des Kupfers, so bildete sich jener erdige Ueberz
die Seegewächse setzten sich nicht an, und die Oberfl
Kupfers, ohngeachtet es in einem geringen Grade gelöst
war, blieb hell: eine wichtige Erfahrung, da durch
Grenzen bestimmt sind, bis zu welchen die schützen
des mehr oxydirbaren Metalls reicht, wodurch der Be
geben ist, dafs eine kleinere Menge desselben Vorzüg
ner gröfseren hat. Die Zerstörung des Gufseisens beim
che als Bewahrer des Kupferbeschlags geschieht übrigens
sam, dafs wohl einige Jahre erforderlich sind, um Ma
2 — 3 Z. zu zerstören. Davy's spätere Versuche[1]
ihn, dafs in eingeschlossenem Wasser das Kupfer ge
erdigen Absatz geschützt sey, wenn das Gufseisen we
$\frac{1}{1000}$ von der Oberfläche des Kupfers betrage. Zugle
das Kupfer selbst nur schwach angegriffen, gewinnt e
an Gewicht, und wird dann langsam aufgelöst. Bei
schützung durch kleine Quantitäten Eisen von einer O
unterhalb $\frac{1}{110}$ und über $\frac{1}{1000}$ von derjenigen des Kupfers
Davy an den Kupferplatten, sie mochten allein oder
schlag von Böten dem Meerwasser ausgesetzt gewes
kein Anhängen von Conferven bemerken, ausgenomm
das gebildete Eisenoxyd das Kupfer rund um den Schü
um bedeckte. Auf einer Reise in die nördlichen Gewäs
den besonders Versuche gemacht, wie sich in dergleich
ständen bei rascher Bewegung im Meere geschützte un
schützte Kupferplatten verhalten. Platten von etwa einem Q

1 Philos. Trans. 1825. a. a. O.

d 7000 bis 8000 Gran an Gewicht verloren in 12 Stunden
er Bewegung von 8 engl. Meilen in der Stunde 6,55;
weniger als $\frac{1}{100}$ Gufseisen geschützt nur 5,5 Gran und
rch $\frac{1}{70}$ und $\frac{1}{100}$ geschmeidiges Eisen geschützt, nur 2
Dieser letztere Verlust hängt ohne Zweifel von einer me-
ien Einwirkung (einem Abreiben) ab, und verhält sich
dem durch chemische Einwirkung wie 2:4,55. An den
en geschützten Kupferplatten war keine Spur von erdi-
satze zu bemerken. Da die Erfahrung zeigte, dafs
tzende Kraft auf weitere Entfernung hin abnehmen, be-
wenn die Kupferplatten der Schiffe in ihrer genauen
ung mit einander durch Rost an den Nägeln und da,
Platten zusammenstiefsen, gelitten hatten, so rieth Davy
de Metalle in verschiedenen Parthieen am Kupferbe-
anzubringen, und ein glücklicher Erfolg war mit der
g dieses Rathes verbunden. Denn als ein solches Schiff,
upferbeschlag schon etwas gelitten hatte, am Vorder-
it zwei Massen Eisen und am Bug mit zwei gleichen
wurde, deren Oberfläche ohngefähr $\frac{1}{10}$ derjenigen des
betrug, darauf im März 1824 nach Neuschottland abging
ahre 1826 wieder im Hafen von Portsmouth einlief, so
bei genauer Untersuchung durch Davy, dafs es einige
i den vordern Schützern bis nach dem Buge hin am
runde frei von Seegewächsen, Muscheln u. dgl. war.
tten sich um den vordern Protector auf dem Eisenroste,
mgab, Zoophyten und viele kleine Muscheln vom Le-
echt angesetzt, dabei war das Kupfer in einer beträcht-
sdehnung um den vordern und hintern Schützer glän-
gegen wurde die Farbe gegen die Mitte des Schiffs hin
:h nur von heller Farbe, und ohne eigentliche Schup-
lden. Hier schien blofs das Eisenoxyd Schuld an die-
ingen von Seegewächsen und Seethieren gewesen zu
dem reinen Kupfer um die hintern Schützer fand sich
gleichen, dagegen hatte das Blei am Bug, das der Rei-
Wassers am meisten ausgesetzt ist, jene Seekörper noch
licher anhängend. Dasselbe Schiff war, ehe es ge-
nrde, mit einem starken Ueberzuge von kohlensaurem
salzsaurem Kupferoxyd und mit sehr vielen langen
Zoophyten, die an verschiedenen Stellen am Boden
m Seehafen eingelaufen. Bei einem andern Schiffe,

das nach Calcutta hin und zurückgesegelt war, gewi
Protectoren, die $\frac{1}{10}$ der Oberfläche des Kupfers aus
einen vollkommenen Schutz, auch gegen das Anhän
Seekörpern, und ein drittes zeigte nur an dem Eisenr
sich um den Schützer herum angesetzt hatte, anhänge
gewächse un Zoophyten, doch nur in sehr geringe
Die in verschiedenen Zeitungen, selbst in englischen
mes) gegebenen Berichte, als habe die englische Admi
fohlen, dafs das ganze System der Kupferbewahrung a
werden solle, ist eine mifsverstandene Auslegung eine
nach welchem bei einem Kriegsschiffe, wenn es zum
See geht, die Protectoren weggenommen, aber wiede
werden sollen, wenn das Schiff nach der Zurückkun
Hafen gelegt wird [1]. Als letztes Resultat seiner Vers
Davy [2] auf, dafs man allen Grund habe, als die w
lichste Art zur Bewahrung des Kupferbeschlags der S
jenige zu betrachten, wonach der Protector inwendig a
werde, so dafs man unter die Mitte einer jeden Kupferp
Holz des Schiffes einen Nagel von Eisen oder lieber Zi
dessen Kopf, wenn er festgenagelt wird, in Berührung
wendigen Seite der Kupferplatte steht, und der dann für
pferplatte der Protector wird. Die Platten müssen mit N
reinem Kupfer befestigt werden. Dafs der inwen
doch das äufsere Kupfer in den schützenden, nega
stand versetzt, erklärt Davy so, dafs wenn das Sc
kommt, das salzige Wasser an allen Stellen zwische
gen der Kupferbleche hineinfliefst, und die kleinen Ab
schen den Kupferplatten und dem Holze ausfüllt,
Haarröhrchenanziehung in dieses selbst eindringt,
schen dem Nagelkopfe und selbst dem ganzen Nag
Kupferplatte, durch die vermöge des Salzwassers u
Holzes geschlossene Kette ein el. Procefs auf der
Seite des Kupfers entsteht, der seine schützende K
die Aufsenseite des Kupfers ausdehnt. Wenn aber
keit, zwischen die Kupferplatten und die Aufsensei
zes eingeschlossen, sehr langsam umgewechselt wir

---

1 Phillips annal. Octbr. 1825 p. 281.

2 Philos. Trans. 1825 p. 345 und Philos. Magazine
p. 89.

be Protector in demselben Verhältnisse langsam corrodirt, die Corrosion einem grofsen Theile nach auf der im Was- ngeschlossenen Luft beruht, und der Protector sich länger , wenn jenes sein Sauerstoffgas verloren hat. Sitzt dage- r Protector auswendig, wo ihn mit Luft gesättigtes Was- ets bespült, so wird er in einem weit gröfseren Verhält- verzehrt, als dieses eine nothwendige Folge des el. Zu- ist. Alle Versuche, welche Davy im Kleinen ange- nd mannigfaltig abgeändert hat, haben Resultate gegeben se Aenderung hinsichtlich der Anwendung des Protectors, noch nicht im Grofsen ausgeführt sind, als die zweckmä- ansehen lassen. Einige Versuche haben mich gelehrt, dafs, nch zwischen dem Protector (einer Zinkstange z. B.) und pfer keine geschlossene Kette durch einen feuchten Zwi- örper statt findet, letzteres doch dadurch, dafs es in einer igen negativen Spannung erhalten wird, schon gegen die ion geschützt werde. Davy erinnert, dafs man nach en Principe auch astronomische Instrumente, so wie Stahl- ente werde gegen den Rost schützen können, und er , dafs Percys seine Messer dadurch am besten erhalte, sie in einer Ausfutterung von Zink aufbewahre.

ch die Anwendung der einfachen Kette zur Bekämpfung r furchtbarsten Krankheiten, der Epilepsie, ist hier noch uheben. John Mansford ist auf diese Anwendung heoretische Ansichten über die Natur der Epilepsie und gang bei den Muskelbewegungen geleitet worden. Ihm nämlich bei der Heilung dieser Krankheit alles darauf anzu- , dafs die krankhafte Anhäufung des bewegenden Prin- elches als die nächste Ursache dieser Krankheit anzuse- , verhütet und beseitigt werde. Dieses geschehe aber ersten dadurch, dafs der negative Pol so nahe als mög- lem Gehirne, und der positive an irgend einem entfern- ile des Körpers angebracht werde und zwar so, dafs sie nd wirken können, wozu sich die einfache Kette vor- eignet. Zu dem Ende wird die Oberhaut von der Grö- s Sechspencestücks (etwa eines Zweigroschenstücks) an :ken so nahe als möglich an der Wurzel der Haare mit- es kleinen Zugpflasters entfernt, und ein gleich grofser rselben in der Höhlung des Kniees und an seiner Innen- f die Wunde am Nacken wird eine Silberplatte je nachdem

Alter des Kranken von der Gröfse eines Sechspencestück
zu der einer halben Krone (etwa eines Viergroschenstück
legt, an ihrem hintern Theile wird ein kleiner Henkel
an ihrem untern Rande in einer Richtung mit dem Henk
kleiner Haken angebracht, an welchem der Verbindung
zwischen beiden Platten befestigt ist. Dieser Draht läu
Rücken herab, bis er einen Gurt von Leder erreicht, der
herum an die Weste angeknöpft ist, er folgt alsdann dem
an dem er befestigt wird, bis er an der Schaamgegend an
nigen Seite anlangt, wo man ihn zu gebrauchen wünscht
dann längs der Innenseite des Schenkels herabgeführt,
die Zinkplatte auf die nämliche Art, wie oben an die Silb
befestigt. Bei der Application des Apparats sind noch zw
sentliche Stücke erforderlich, nämlich ein Stück Schwa
ein Stück Fleisch, welches von allem Fett und Zellgew
freit ist, und welche zwischen die Platten und die er
Hautstelle gebracht werden, weil eine unmittelbare App
der Metallplatten nicht ertragen werden könnte. Da die
auf welche der negative Pol (die Silberplatte) wirkt, st
längliche Feuchtigkeit absondert, so wird der Schwamm
davon getränkt bleiben, und eine hinlängliche Leitung
ren; da aber die Wunde, auf welche der Zinkpol wirk
dieselbe Absonderung gewährt, so unterhält ein solch
Muskelfleisch eine fortdauernde angemessene Leitung.
wird ein Stück nassen Schwammes von der Gröfse der
am Nacken auf dieselbe gelegt, über dieses ein gröfseres
falls feuchtes Stück Schwamm von der nämlichen Grö
die Metallplatte, und zunächst auf dieses die Platte selb
che durch drei Streifen Heftpflaster einen durch den He
ihrem Rücken gezogenen, aufserdem durch einen ober
einen unterhalb desselben, in ihrer Lage befestigt wi
Zinkplatte wird auf die nämliche Weise befestigt, al
der zweiten Schwammlage wird auf die erste das erwäh
Fleisch von der Gröfse der Platte und darauf die Platte s
bracht. Hat der Draht, welcher den Rücken herabläuft,
längliche Länge, damit er nicht ziehen kann, so liegt de
auf diese Weise sehr sicher. Man läfst ihn 12 bis höch
Stunden liegen, die Wunden müssen rein gehalten,
dicke Oxyd, womit sich die Zinkplatte überzieht, weg
werden, weswegen es, um den Apparat stets in mögli

Wirksamkeit zu erhalten, am besten ist, ihn täglich 2mal echseln. Eine Hauptvorsicht, die man nicht aus dem Auge eren darf, ist, dafs die Oxydation des Leitungsdrahtes an Stellen, wo er mit den Haken der Platten verbunden ist, ndert werde, weil schon die dünnste Oxydschicht die gal- che Action aufhebt. Ketten statt des Leitungsdrahtes, den u aller Sicherheit dreifach nehmen kann, sind nicht zu ge- hen, weil die Gelenke nicht genau genug an einander sto- um die schwache Action fortzuleiten. Die beiderlei Wun- ieten aufser dem oben Angeführten, noch die merkwürdige hiedenheit dar, dafs die im Nacken die Neigung hat, schnell eilen, wenn der Druck entfernt oder vermindert wird, in em Falle man dann durch Betupfen mit trockenem Aetzkali hicklichen Zustand derselben leicht wieder herstellt, wäh- die untere Wunde eine Neigung hat reizbar zu werden, ich auszubreiten, zu dessen Verhütung man ihren Rand kleine Streifen Pflaster schützt, welche man in Form ei- rnes vom Mittelpuncte nach aufsen legt, so dafs in der ine kleine Oeffnung bleibt. Der Gebrauch dieses Mittels fters mehrere Wochen fortgesetzt werden. Mansford inige sehr auffallende Fälle von Heilung an, auch kenne nzelne glückliche Curen anderer Aerzte, doch rechne man er Krankheit, welche nicht in allen Fällen dieselbe Ursa- it, nicht sicher auf dieses Mittel. Wo organische Fehler ürne als Gelegenheitsursachen wirken, ist begreiflich nichts zu erwarten. Statt die Zinkplatte in die Kniehöhle anzu- dürfte es bequemer seyn, sie am Ende des Rückgrats zu en. Bei Lähmungen der Gliedmafsen in Folge eines lusses würde ich von einer umgekehrten Application der Metalle den bessern Erfolg erwarten. Letztere Kette ffenbar als ein stärkerer Muskelreiz, um den es dann i ist. Schon früher hat besonders Grapengiesser [1] auf e Weise die einfache galvanische Kette empfohlen, be- in örtlichen Krankheiten, namentlich in der Taubheit, lie Metalle hinter die Ohren appliciren liefs [2]. *P.*

vanometer; Galvanoskop. S. Multiplicator.

[1] ersuche den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten den, von C. J. G. Grapengiefser. Berl., 1801.

[2] aufser den vielen im Laufe dieses Artikels angeführten Schrif-

Gas.

Luft; *gas, aër, aura;* Gas, air; *Gas, air.*

Es giebt eine grofse Menge von Substanzen, welche durch gewisse eigenthümliche Eigenschaften auszeichnen mit dem gemeinsamen Namen *Gas* oder *Luft* bezeichnet den. Bei der grofsen Zahl dieser Art von Körpern ist es leicht erklärlich, dafs man von ihren unterscheidenden Q ten die Bezeichnungen: Gasarten, Luftarten, luft- od förmige Stoffe oder Körper, elastische oder expansibele manent oder bleibend elastische oder expansibele Flüssig Expansibilien u. a. hergenommen hat. *Flüssigkeit* und *cität* oder das Bestreben nach Expansion, nach stets fort ter Ausdehnung, und eine hieraus hervorgehende Kraft d derstandes gegen äufsere mechanische Zusammendrückun im Allgemeinen die unterscheidenden Kennzeichen die von Substanzen, welche zwei Hauptclassen, nämlich Ga Luftarten und Dämpfe in sich begreifen. In wie fern die den wesentlich von einander unterschieden sind, ist im *Dampf*[1] bereits angegeben und dort nachgewiesen, *Gasarten* dem Mariotte'schen Gesetze folgen, welches a pfe im Zustande der Sättigung oder im Maximo ihrer keit gar nicht pafst. Allgemeiner läfst sich ferner der

---

ten, verdienen noch erwähnt zu werden: Dr. J. B. Trommsd schichte des Galvanismus oder der galvanischen Elektricität, lich in chemischer Hinsicht. Zweite unveränderte Auflage. 1808. — Jean Aldini, Traité théorique et experimental, s vanisme. 2 Tomes. Paris, 1804. — J. A. De Luc, Traité taire sur le Fluide electro-galvanique. 2 Tomes. Paris, Chr. N. Hellwag, Erfahrungen über die Heilkräfte des Ga Hamburg, 1802. — Jos. Izarn, Manuel du galvanisme. Pa — Dr. Joh. Anton Heidmann, Vollständige Theorie der ga Elektricität. 2 Bände. Wien, 1806. — J. W. Ritter's, Be näheren Kenntnifs des Galvanismus. 2 Bände, jeder von 4 Jena, 1800—1805. — Christ. Leb. Roeslin, der Galva Theile. Ulm, 1824. — Aug. Koelle, Ueber das Wesen un scheinung des Galvanismus. Stuttgart, 1825. — G. J. Sa mente der Elektricität und Elektrochemie. Uebers. von C. H Breslau, 1819. — C. Gust. Bischoff, Lehrbuch der theo Chemie. I. Band. Bonn, 1824.

1 S. Th. II. S. 279.

zustand dieser Classe von Körpern nicht verkennen, wie
demjenigen hervorgeht, was hierüber im Artikel *Flüssigkeit*
gt ist; aus welchem Grunde aber und mit welchem Rechte
sie *elastische, permanent elastische* oder *expansibele* Kör-
nenne, ist im Artikel: *Expansion* erörtert. Man kann nach
diesen also mit Recht sagen: *die verschiedenen Luft- oder*
rten sind diejenigen elastischen Flüssigkeiten, welche dem
otte'schen Gesetze in einem gröfseren oder geringeren Um-
desselben unterworfen sind, und da schon im Artikel:
of, die Gründe erläutert wurden, warum jenes Gesetz auf
fe keine Anwendung leidet, insofern für letztere eine bün-
Theorie nur dann besteht, wenn sie im Zustande gröfster
igkeit genommen werden, so ist es erforderlich hier zu
, in welcher Ausdehnung dasselbe auf die Gasarten Anwen-
findet, welches dann auch nach einigen vorläufigen Be-
ngen geschehen soll [1].

n frühern Zeiten kannte man blofs Luft, d. h. atmosphä-
Luft, hielt diese für einfach, und leitete die durch andere
en dargebotenen Erscheinungen, welche mit dem Verhal-
ser Luft nicht übereinstimmten, von dem Einflusse ge-
dunstartiger Auflösungen und Beimischungen in dersel-
, wobei namentlich eine hypothetische Substanz, das
iston, eine grofse Rolle spielte. Als man aber die ver-
enen Gasarten genauer kennen lernte, und ihren Unter-
von der atmosphärischen Luft, so wie die Bestandtheile
letzteren deutlich bestimmte, wurde der Ausdruck *Gas*,
dem bis dahin üblichen, *Luft*, eingeführt, und durch
s Wort diejenige Mengung bezeichnet, welche der Haupt-
theil der unsere Erde umgebenden Atmosphäre ausmacht [2].
Bezeichnung ist an sich unschädlich, auch wird noch

Frankenheim in Zeitschrift für Physik u. Math., von Baum-
u. Ettingshausen. II. 309. zeigt, dafs eine verschiedene, aber
genügende, Entziehung der Wärme die Gasarten tropfbar
macht, und nennt die zu ihrer Gasform erforderliche Wärme
värme im Gegensatze der *Verdampfungswärme* bei den Dämp-
dafs beide verschieden sind, hält Frankenheim für einleuch-
nd beruhet also hierauf gleichfalls eine Verschiedenheit bei-
ansibeler Körper. Es wäre interessant, die erstern auf glei-
ise zu bestimmen, als letztere mindestens für Wasserdämpfe
t ist.

S. *Atmosphäre.* I. 454.

lange der Ausdruck Luft in dieser usurpirten Bedeutung b
halten werden, schon deswegen, weil er in zu vielen zu
mengesetzten Wörtern vorkommt, als Luftdruck, Luftp
u. a. Aufserdem bedingt der Druck, welchen die atmosp
sche Luft vermöge ihrer Schwere und der Quantität, in w
sie um den Erdball angehäuft ist, gegen alle von ihr umg
Körper ausübt, zugleich das Mafs der Dichtigkeit und El
tät aller übrigen Gasarten, indem sie hierbei als normale E
bei der Voraussetzung eines bestimmten Barometer- und
mometerstandes angenommen wird. Endlich eignet sie sich
am besten dazu, um die gesammten Gesetze der Aërostat
Pneumatik an ihr zu demonstriren, welches ebendaher auch
len Lehrbüchern der Physik zu geschehen pflegt. Weil ab
individuelle Zusammensetzung, welche man Luft oder atm
rische Luft nennt, und aus 79 Theilen Stickgas und 21 T
Sauerstoffgas dem Volumen nach zusammengesetzt an
keine ausgezeichnete physikalische Eigenschaften vor den
gen Gasarten voraus hat, aufserdem aber die wirkliche
sphärische Luft noch manche nicht genau bestimmbare B
gungen enthält, welche zum Theil die allgemeine und be
Anwendung der physikalischen Gesetze der Gasarten auf
dificirt, endlich auch die statischen Gesetze der Luft v
Gasarten schon für sich im Artikel *Aërostatik* abgehandel
die pneumatischen aber auf gleiche Weise zur Unters
kommen werden, so ist es einer streng wissenschaftlich
ordnung angemessen, die Gasarten insgesammt und ihr V
an diesem Orte abzuhandeln, der Luft an sich aber kei
sondern Artikel zu widmen, da sie nur eine von mehre
kommenden Verbindungen zweier Gasarten ist.

Die gesammte Untersuchung der Gasarten zerfällt
Hauptabtheilungen, deren erste das physikalische Verhal
selben, die zweite ihre chemische Natur enthält. Es s
hier zuerst von den physikalischen Gesetzen gehandelt
welche über dieselben bishero aufgefunden sind, und de
ihr chemisches Verhalten zur Untersuchung kommen.

I. Physikalische Gesetze der Ga

Nur zwei Eigenschaften sind es, welche im Wese
den Charakter der Gase ausmachen, und auf welche sich

Gesetze beziehen, nämlich ihre Flüssigkeit und ihre Elasti-
; sie verdienen daher einzeln untersucht zu werden.

A. Flüssigkeitszustand der Gase.

Ueber den Flüssigkeitszustand der Gase im Allgemeinen,
Unterschied des tropfbar- oder elastisch-Flüssigseyns, und
ierauf gegründeten Bezeichnungen *Fluiditas* und *Liquidi-*
t schon im Artikel: *Flüssigkeit*; gehandelt. Weil aber
ztere Wort offenbar zuerst von tropfbar flüssigen Körpern
icht und erst später auch auf die gasförmigen übertragen ist,
us den verwandten Ausdrücken: Fluss, flüssig, fliefsen,
sam erhellet, so habe ich mich dort auf das Verhalten der
arflüssigen oder liquiden Körper ausschliefslich beschränkt,
he Untersuchung des gasförmig-Flüssigseyns bis hierher
rt. In Beziehung auf das dort Gesagte kommt also hier
die Frage in Betrachtung, worin das eigentliche Wesen
sförmig-Flüssigseyns bestehe.

Dafs man den Gasen Flüssigkeit zuschreibt, kommt
weifel daher, weil sie fliefsen, d. h. sich auf eine ähnliche
bewegen, als dieses bei tropfbaren Flüssigkeiten durch
ugenschein beobachtet wird. Unstreitig ist nämlich die
ung der Luft beim Winde, beim Blasen, in Schornsteinen
indöfen, über stark erhitzten Körpern u. a. m. ein ganz
liches Fliefsen, und man war daher berechtigt, denjeni-
örpern, woran sich dieses zeigt, den Namen der Flüssig-
eben so gut beizulegen, als denen, welche Tropfen bil-
Bei beiden beruhet aufserdem das Wesen ihres Zustandes
leichten Verschiebbarkeit ihrer Theile, als Folge fehlen-
häsion (nach dem hierüber von mir angenommenen Sprach-
che) und Reibung ihrer Bestandtheilchen unter einander
andern Körpern, nebst dem hieraus folgenden leichten
iten derselben über einander, ohne dafs jedoch bei beiden
die Adhäsion ihrer Theilchen sowohl gegen einander als
gen andere Substanzen wegfällt. Auch die Gasarten sind
h den Gesetzen der Adhäsion unterworfen, wie sich deut-
eim Fliefsen derselben durch die Oeffnungen längerer
zeigt[1]. Man sagt zwar gewöhnlich, das bei diesem Aus-

[1] Vergl. *Pneumatik.*

strömen sich zeigende Hindernifs der Bewegung gasförmiger Fl
sigkeiten entstehe durch ihre Adhäsion an den Wänden der R
ren, allein wenn dieses im strengsten Sinne wahr wäre, so wü
sich auf der Oberfläche dieser Wände eine Luftschicht von
schwindender Dicke anlegen, und über dieser hin das Abfl
ohne alles Hindernifs stattfinden, was aber gegen die Erfah
streitet. Hiernach sind also beide Aggregatzustände der tropf
und elastisch flüssigen Körper dem Wesen nach identisch,
es erklärt sich hieraus, warum beide so leicht in einander
gehen [1]. Wenn man übrigens zugiebt, dafs die Adhäsi
Theilchen elastischer Flüssigkeiten durch den Einfluss der
gleichfalls wesentlich zukommenden Elasticität oder Expa
nicht gänzlich aufgehoben wird, so liegt hierin zugleich ei
weis, dafs die Wirksamkeit beider, ihren Aggregatzustand
dingender, Kräfte, sowohl einer anziehenden als auch ein
stofsenden, bei ihnen nie aufhört, so lange sie noch eine nu
im Experimente mefsbare, Dichtigkeit haben.

2. So wie bei den tropfbarflüssigen Körpern der Gr
res Flüssigseyns, ihrer *Fluidität*, verschieden gefunden w
so ist dieses auf ähnliche Weise auch bei den elastische
Fall, indem auch diese ungleich leicht und schnell fliefsen,
strömen, und so wie bei jenen dieser Grad der Fluidit
Dichtigkeit im Allgemeinen umgekehrt proportional ge
wird, so zeigt sich das Nämliche auch bei diesen. Ob
ungleiche Grad der Fluidität auch die Gröfse und Geschw
keit der Schallwellen in den verschiedenen Gasarten b
verdient seiner Zeit näher untersucht zu werden, gewi
ist es, dafs ein Einfluss desselben beim Ausströmen der G

---

1 Als unterscheidendes Kennzeichen nimmt man nicht selt
an, dafs die eine Classe der flüssigen Körper Tropfen bil
andere nicht. Genau genommen sind aber einzelne, in tro
Flüssigkeiten aufsteigende Luftblasen ein Analogon der Tropfe
che z. B. im Wasser auf gleiche Weise und ganz gleich ge
steigen, als die einzelnen Tropfen z. B. das Petroleum im We
öle und Weingeiste des Elementenglases, wenn man die Flüs
dieses letzteren durch einander geschüttelt hat. Ich habe
Art. *Adhäsion* Th. I. S. 202. bei der Gestalt und dem Anhäng
cher Luftblasen auf den Einfluss dieser Adhäsion ihrer Theil
gedeutet. Andere Physiker hegen diese Ansicht nicht, indefs
ich die meinige bei näherer Untersuchung der Sache im Art.
blasen noch mehr zu begründen.

rachtung komme. Indem aber diese Untersuchung im Ar- *Pneumatik* vollständiger angestellt werden wird, so be- ich mich hier mit einer allgemeinen Andeutung der Sache.

Die Flüssigkeit der Gase, hauptsächlich der atmosphäri- Luft, zeigt sich auf eine eben so interessante als auffal- Weise beim Fortschwimmen verschiedener Substanzen, na- ch der riechbaren Stoffe, in denselben[1]. Sogar auch das iche Fluidum, sofern dasselbe auf den Geruchssinn wirkt, n der Luft mechanisch schwebend fortgeführt. Dieses in- te und für die Entscheidung über das Wesen der Elektri- ichtige Phänomen hat sich mir vielmals dargeboten, dafs nlich in der einen Abtheilung des hiesigen physikalischen tehend, wenn in der andern die grofse Elektrisirmaschine t war, bis über 30 Secunden nach dem Stillestande der- bei geeigneter Luftströmung den specifischen Geruch der ität als eines in der Luft schwebenden feinen Fluidums hm.

rner kann man sich die Vorstellung von der Flüssigkeit arten auch auf folgende Weise versinnlichen. Man denke en überall verschlossenen Cylinder und in der Mitte des- eine lothrechte Axe herabgehen, mit perpendicular auf stigten Flügeln, die Ebenen der letzteren gleichfalls loth- Würde jene Axe durch einen geeigneten Mechanismus ehet, so würden die Flügelflächen die im Cylinder ent- Luft oder Gase vor sich hertreiben, andere Theile der- würden in die verlassenen Stellen strömen, und so müfste in dem Verhalten der tropfbaren Flüssigkeiten ganz es wirkliches Fliefsen erfolgen. Bei den Versuchen über iderstand der Mittel werden solche Apparate in Anwen- ebracht.

Man hielt von den ältesten bis zu den neuesten Zeiten len Flüssigkeitszustand der Luft, und nach der Analogie t auch der übrigen Gasarten, für bleibend, und nannte wegen zum Unterschiede von den Dämpfen permanent e Flüssigkeiten. Hutton[2] unter andern sagt in dieser t noch ganz bestimmt, dafs die Luft weder durch langes hlossenseyn in Gefäfse, noch durch die höchsten Grade

---

1. Hutton Dict. I. 48.
Dict. I. 48. Vergl. Encyclop. meth. I. 111.

der Kälte, noch durch den stärksten mechanischen Dru
eigenthümlichen elastisch-flüssigen Zustand verliese.
der neuesten Zeit erwies FARADAY durch eine Reihe int
ter Versuche, dafs verschiedene Gasarten, welche b
Wärme über dem Eispuncte und unter dem mittleren
der Atmosphäre dem Mariotte'schen Gesetze folgen, d
vereinte Wirkung der Kälte und der Zusammendrückung
Zustand der tropfbaren Flüssigkeit übergehen, und nachd
ses bekannt geworden war, fand sich, dafs man schon
ähnliche Erscheinungen beobachtet hatte. Dafs hierdu
das Mariotte'sche Gesetz eine nothwendige Einschränk
leide, desgleichen dafs dieser Umstand bei der Best
des eigentlichen Wesens dieses Flüssigkeitszustandes s
rücksichtigt werden müsse, wird weiter unten erörtert
für jetzt möge es genügen, zuvor die hierüber bestehende
sachen anzugeben.

FARADAY stellt die ihm bekannt gewordenen Nac
von der Verwandlung der Gase in tropfbare Flüssigkei
sammen [1]. Hiernach scheint es, als ob bei den bekannt
suchen des Grafen RUMFORD in München über die Ge
entzündeten Schiefspulvers die feste Masse, welche sich
len in dem stählernen Cylinder angesetzt fand, und de
scheinen mit einer auffallenden Verminderung der Elastic
erzeugten Dunstes verbunden war, verdichtete *Kohl*
enthalten habe. Eine Verdichtung des *Ammoniakgas* zu
baren Flüssigkeit wollen viele beobachtet haben, allein
DAY vermuthet, dafs hierbei eine sehr gesättigte Ver
dieses Gases mit Wasser behandelt sey. Eben so w
GUYTON-MORVEAU Ammoniakgas durch — 48° C. Kält
bar flüssig gemacht haben, allein FARADAY berechnet d
sticität dieses Gases im trocknen Zustande bei 10° C. Te
zu 6,5 Atmosphären, und glaubt der Analogie nach,
höherer Grad der Kälte zu seiner Liquidemachung erfo
sey, als jener angegebene, weifswegen auch hierbei ei
fluss der Feuchtigkeit angenommen werden müsse. *Schw*
saures Gas wurde nach FOURCROY's Zeugnifs von Mor
CLOUET und von ihm selbst durch angewandte gröfsere

1 S. Journ. of the Royal Inst. Nr. 32. daraus in Bib
XXVI. 92.

echanischen Druck liquide gemacht, eine Thatsache, wel-
ch den neuesten Entdeckungen über diese Substanz nichts
endes mehr hat. Guyton-Morveau bereitete bekannt-
kleinen Räucherungsflaschen zur Säuberung der Luft von
kenden Miasmen [1]. Indem aus der Mischung in densel-
lorgas bereitet werden muſs, ihre Oeffnung aber durch
eingeschnürgelten Glasstöpsel fest verschlossen gehalten
so glaubt Faraday, das entbundene Gas sey als tropf-
flüssigkeit zurückgehalten, welches um so weniger auf-
ist, da die Elasticität dieses Gases bei 15°,5 C. nur 4 At-
ren beträgt. (In diesem Falle kommt indeſs wohl ohne
l die im Glase gleichfalls vorhandene Flüssigkeit mit in
tung.) *Arsenik. Wasserstoffgas* will Stromeyer schon
rch hohe Kälte tropfbar flüssig gemacht haben, allein
ay meint, der sich in dieser Gestalt zeigende Antheil
en sey beigemengte Feuchtigkeit gewesen, da dieses Gas
i — 18° C. durch einen Druck von 3 Atmosphären noch
issig machen lasse.

raday befolgt die chronologische Ordnung bei seiner
ng, und erwähnt daher, daſs Northmore 1805 bis
hlorgas sehr heftig comprimirte, wie er angiebt bis 18
hären, daraus dann eine gelbe Flüssigkeit erhielt, welche
ffneter Schraube augenblicklich mit heftigem Geruche
rt wurde [2]. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, daſs hier-
wirkliche Flüssigmachung statt fand. Auch *salzsaures*
ll Northmore liquide gemacht haben, Faraday hält
rzu einen Druck von 40 Atmosphären für erforderlich,
ubt daher, es sey hierbei eine Verbindung von Chlor mit
Oel aus der Pumpe zum Vorschein gekommen. Mit
lichtsaurem Gas gerieth ihm der Versuch zwar nicht
dig, weil die Pumpe dadurch angegriffen wurde, allein
ch nicht zweifelhaft, daſs er auch dieses Gas tropfbar
largestellt habe. Einen interessanten, aber unvollkom-
Versuch machte Babbage schon 1813. Er lieſs nämlich
dichten, grofsen Kalkfelsen ein Loch 2 Z. weit und
ef bohren, goſs etwa 1,5 Pinten Salzsäure hinein, und
ste die Oeffnung fest durch einen mit Seife überzogenen

---

[1] Vrgl. Th. 1. S. 480.
[2] Ist erzählt in Nicholson's Journ. XII. 368. XIII. 238.

Stöpsel, welcher vermittelst eines schweren Hamm hineingetrieben wurde. Er hoffte, dafs die entwickelte säure den Felsen spalten würde, welches aber nicht und er glaubt daher, dafs dieses Gas liquide geworden

Alle diese Erfahrungen waren zwar vorhanden, wurden weniger beachtet oder noch für zweifelhaft als FARADAY im Jahre 1823 nach und nach die Gasarten bei den angegebenen Temperaturen und gleichfalls bestimmten Drucke in liquide Flüssigkeiten delte [1].

Schweflichtsaures Gas bei	7°,2 C. unter	3,0 Atmosp
Schwefelwasserstoffgas .	10,0 C. .	17,0
Kohlensaures Gas .	0,0 C. .	36,0
Stickoxyd . .	7,2 C. .	50,0
Cyanogen . .	7,2 C. .	3,7
Ammoniak . .	10,0 C. .	6,5
Salzsaures Gas . .	10,0 C. .	50,0
Chlor . .	15,5 C. .	4,0

Auch *Chloroxydul* (Euchlorine) wurde im tropfba gen Zustande von ihm dargestellt, der Apparat zerspr und so liefs sich keine Bestimmung des erforderlichen erhalten. Mit *Wasserstoffgas*, *Sauerstoffgas*, *Fl Fluorsilicium* und *Phosphorwasserstoffgas* wurden Versuche angestellt, aber vergebens, jedoch bleibt es ob nicht eine stärkere Compression auch diese in den flüssigen Zustand zu versetzen vermag. FARADAY dieses, und wollte die Versuche fortsetzen, bis jetzt keine weitere Resultate bekannt geworden. Blofs P soll dem Königl. Institute in London eine Abhandlung ben haben, worin er seine Vorrichtungen zur Erhalt sehr starken Druckes bis zu 2000 Atmosphären beschr zugleich angiebt, dafs es ihm gelungen sey, die atmos Luft durch einen Druck von 1200 Atmosphären und an Gasarten in tropfbar-flüssiger Gestalt darzustellen. dings [3] hat PERKINS seinen für so aufserordentlich sta

1 Phil. Trans. 1823. p. 160. u. 183. Vgl. Ann. Chem. et 396. u. 403.

2 Ann. of Phil. VI. p. 66. vom Jahre 1823.

3 Phil. Trans. 1826. III. 541.

n eigends construirten Apparat[1] genau beschrieben, die
st desselben erhaltenen Resultate über die Zusammen-
eit des Wassers mitgetheilt, und hierbei zugleich an-
daſs es ihm auch gelungen sey, nicht bloſs aus der
e Krystalle durch bloſsen mechanischen Druck auszu-
sondern auch *Kohlenwasserstoffgas* und selbst *atmo-
e Luft* in tropfbare Flüssigkeiten zu verwandeln. Sei-
be nach soll ersteres schon bei einem Drucke von
phären angefangen haben, flüssig zu werden, bei
sphären aber gänzlich in eine tropfbare Flüssigkeit ver-
orden seyn, bei letzterer aber fing der Zustand einer
Liquefaction erst bei 500 Atmosphären an, nahm bei
m Drucke zu, und bei 1200 Atmosphären war aus
eine schöne durchsichtige Flüssigkeit entstanden, de-
ungefähr den 2000sten Theil der angewandten Luft
id auf der Oberfläche des sperrenden Quecksilbers zu

hätzbar es seyn würde, über die Möglichkeit ei-
ndlung der atmosphärischen Luft in eine tropfbare
Gewiſsheit zu erhalten, und so wahrscheinlich es
laſs dieselbe bei einer Verdichtung über das 800fache
ustand übergeht, so fehlt doch den hier mitgetheil-
hen zur völligen Beweiskraft noch gar vieles. Zu-
at schon POGGENDORFF[2] bemerkt, daſs PERKINS die
eschriebenen Tropfen in seinem Apparate gar nicht
te, und sobald der Druck nachgelassen hatte, muſste
re Flüssigkeit, falls sie entstanden wäre, sogleich
den Zustand der Expansion übergehen. Aufserdem
ich gar kein Zusammenhang in die von PERKINS an-
Zahlen und Gröſsenverhältnisse bringen. Dunkel ist
daſs das sperrende Quecksilber bei 600 Atmosphären
bei 1200 Atmosphären um $\frac{1}{4}$ des Volumens der Röhre
naufgestiegen seyn soll. Völlig räthselhaft aber muſs
ıſs die Liquefaction bei 500 Atmosphären angefangen
1200 (in gewisser Hinsicht) vollendet gewesen sey,
die Menge der erhaltenen Flüssigkeit nur $\frac{1}{1000}$ der
en Luft betrug. Sobald nämlich eine expansibele

Piezometer und *Compressionsmaschine* Th. II. S. 224.
. LXXXV. 556.

Flüssigkeit über die Grenze ihres Expansionsvermögens zusammengedrückt und verdichtet wird, kann sie nicht *weise*, sondern sie mufs *ganz* tropfbar flüssig werden, stens kann hierbei keine Steigerung von 1 zu 500 und 1200 Atmosphären statt finden. Wollte man aber an dafs zuerst der eine Bestandtheil dieses Gasgemenges, Stickgas, flüssig geworden sey, so mufste diese Ver bei einem gewissen Drucke jenen ganz treffen, und de bei vermehrter Compression der andere gleichfalls nac Die Angabe des Volumens von $\frac{1}{1000}$ endlich würde setzen, dafs die entstandene tropfbare Flüssigkeit einen Grad der Dichtigkeit erhalten hätte, als welcher dem e Drucke proportional war, und läfst sich bei mangelnden weitigen Erfahrungen in diesem noch dunkelen Gebie controliren. War letzteres übrigens nicht der Fall, un man blofs das Stickgas als tropfbar flüssig dargestellt men, so konnte die Verdichtung nur $\frac{1}{1200} \times \frac{79}{100}$ al betragen. So lange übrigens jene Zweifel noch nicht sind, wird der berühmte Britte dem forschenden D nicht verargen, wenn er die Sache vor der Hand noch ausgemacht ansieht.

Als eine Einschränkung der Permanenz des gasförmi standes dient endlich die Erfahrung, dafs chemisch sich dende Gasarten sofort in den Zustand der Festigkeit od baren Flüssigkeit übergehen. Beispiele dieser Art sin verschiedene angeführt, und ich vermehre ihre Zahl durch ein einziges ganz eigentlich hierher gehöriges, dafs Ammoniakgas und salzsaures Gas mit einander v festes salzsaures Ammoniak geben.

B. Elasticität der Luft.

Von der grofsen Elasticität, oder dem Bestreben pansion aller Gasarten, geben die gemeinsten und un vorkommenden Erscheinungen die redendsten Beweise, lich bei der atmosphärischen Luft, von welcher man verwandten Gase zu schliefsen berechtigt ist. Unter die sten Experimente dieser Art gehört dasjenige, wodurch

1 Im Art. *Flüssigkeit.* B. Nr. 2.

heit der Luft, oder wie man zu sagen pflegt, ihre Un-
nglichkeit nachzuweisen pflegt, nämlich, wenn man ein
iches Glas umkehrt und im Wasser untertaucht, wobei
in das Glas nur wenig, und der Tiefe, bis zu welcher
aucht wird, proportional eindringt, indem der Druck der
den Wassersäulen die Luft zusammendrückt. In grö-
llständigkeit zeigt sich das Nämliche beim Herabsenken
herglocke unter Wasser, und das Eindringen des letz-
len innern Raum der ersteren zu einer mit der erreich-
stets zunehmenden Höhe. Aber noch aufserdem zeigt
Flüssigkeit und Elasticität der atmosphärischen Luft
fliefsen derselben als Folge und unter Bedingung der
im Processe des Athmens warmblütiger Thiere [1].
älteren Geräthen der physikalischen Cabinette findet
Apparat, welcher diesen Proceſs versinnlichen soll,
Lungenglas genannt wird, seinen lange behaupteten
nicht verdient. Das Ganze besteht nämlich aus ei-
lförmigen Glase mit einer durch die enge Oeffnung
ten, halb aufgeblasenen, und mit ihren oberen Rän-
ande des Glases befestigten Thierblase. Wird dieses
eine Campane auf die Luftpumpe gebracht, und ab-
exantlirt und die Luft wieder zugelassen, so wird
n gleichem Wechsel durch die sie umgebende Luft
gedrückt und wieder aufgeblasen.
ebt aufserdem der Versuche sammt der hierfür be-
lpparate eine Menge, welche die bei den verschie-
len der Compression fortdauernde Elasticität der Luft
einen beweisen, von denen ich indeſs nur die be-
und wichtigsten kurz angeben werde. Wenn man
r Thierblase eingeschlossene Luft zusammendrückt,
selbe bei nachlassendem Drucke ihr früheres Volu-
r erhalten. Ist die Blase nicht ganz aufgeblasen,
ringt sie unter die Campane einer Luftpumpe, so
im Exantliren anschwellen, nach dem Wiederzulas-
seren Luft ihr anfängliches Volumen wieder erhalten,
rimiren der Luft unter der Campane aber in einen
laum zusammengedrückt werden. Ist die Blase dünn
aufgeblasen, so wird sie unter der Campane nach

[1] *thmen* Th. 1. S. 420.

Wegnahme der sie umgebenden Luft zerplatzen. Eben d
mit sehr dünnen Glaskugeln der Fall seyn, wenn sie a
Weise unter die Campane gebracht werden. Ott
RICKE[1] verschlofs ein gläsernes Gefäfs mit einem Ha
es auf eine Höhe und fand nach Oeffnung des Hahns,
aus demselben strömte, nach dem Herabbringen de
den vorigen tieferen Ort drang dagegen Luft in dasse
ein, woraus er mit Recht folgerte, dafs die Elasticität
in der Höhe geringer sey als in der Tiefe, und sie d
ihr eigenes Gewicht zusammengedrückt werde. Ver
ser ihrer Elasticität und Flüssigkeit setzt sich die Luft
Gleichgewicht, und ist daher in den Zimmern, so w
Gefäfsen, in welche sie auch nur durch die feinsten
Zugang hat, bei gleicher Temperatur stets von gleic
tigkeit und allezeit von gleicher Elasticität als die
Höhe in der Umgebung sich befindende. Die Ela
Luft zeigt sich ferner bei der Verdichtung und Verdü
selben vermittelst der Compressions- und Luftpum
Heronsball, dem *Heronsbrunnen* und den *Cartesiani*
felchen. Gemeine Hühnereier haben am stumpferen
kleinen, mit Luft erfüllten Raum. Wenn man dah
gegengesetzten Ende ein kleines Loch macht, und
geeignete Weise unter einer Campane der Luftpumpe
flachen Gefäfse aufhängt und exantlirt, so drückt di
dehnende Luft den Inhalt des Eies aus der Oeffnung
wieder zutretende aber vermöge ihrer Elasticität ihn
ein. Aufserdem will ich nur noch zwei zur Belus
Fig. nende Apparate angeben, welche die wechselnde El
150. Luft versinnlichen. Das eine besteht aus dem gläse
A mit dem aufgeschrobenen offenen Gefäfse B. In
ist das Röhrchen a eingekittet, welches an beiden
unten bis nahe an den Boden des Ballons A reicht,
oder selbst über den Rand des Gefäfses B. Ueber
Ende ist das weitere, oben verschlossene Röhrchen
so dafs also die Luft vermittelst des Röhrchens a un
nung bei c in beiden Gefäfsen frei circulirt, wenn
sind. Wird aber das obere Gefäfs B mit Wasser ang
Apparat unter eine Campane auf den Teller der Luf

1 Exper. nov. de vacuo spatio. Cap. 30.

id abwechselnd Luft weggenommen oder zugelassen, so
erst die Luft vermöge ihrer Elasticität aus dem Gefäfse
das Wasser in B ab, und weil letzteres ihr den Rück-
sperrt, so füllt sich nachher abwechselnd das Gefäfs
mit Wasser oder verdünnter Luft.

zweite Instrument beruhet auf gleichen Grundsätzen. Fig.
mehrere Zolle hohe gläserne Gefäfs A wird die 1 bis 151.
eite und gleichfalls einige Zolle hohe Glasröhre B bei
oben. Ein in der durch die Zeichnung angegebenen
gebogenes enges, und bei a in eine sehr feine Spitze
nes Röhrchen a b c d ist vermittelst einer bei e f be-
Fütterung so eingekittet, dafs es in den Raum des
herabgelassen, bei e f festgeschroben werden kann,
iese Weise einen Canal für die aus dem Gefäfse A ab-
Luft darbietet. Wird bei d etwas Quecksilber einge-
welches die untere Mündung des Röhrchens versperrt,
Apparat unter eine Campane auf die Luftpumpe ge-
m die Luft aus A wegzunehmen, nachher aber Luft
n zugelassen, so bildet der Druck derselben aus der
itze bei a eine Quecksilberfontaine. Dafs die Wirkung
kessel auf ähnlichen Gesetzen beruhe, bedarf kaum ei-
nnung [1].

liesem Bestreben der Luft, vermöge ihrer Elasticität
gewicht ihrer Dichtigkeit wieder herzustellen und so-
mit Luft von minderer Dichtigkeit erfüllten Räume
en, wird dann auch ein sehr bekanntes Phänomen er-
welches seines öfteren Vorkommens wegen hier er-
le möge. Wenn im Winter bei wechselndem Thau-
Frost die Wege, insbesondere im thonigen festen
t einer Menge kleiner Wasserbehälter übersäet sind,
liese bei schnell eintretender Kälte mit einer Eisdecke
zu werden, und dann das Wasser unter ihnen zu
en, so dafs ein hohler Raum daselbst zurückbleibt,
h meistens bei eintretendem Thauwetter wieder mit
lt. Durch äufseren Stofs oder Druck, zuweilen auch
pflegt diese Eisdecke oft mit einem lebhaften Knalle
zu werden, welcher letztere eine Folge der in die
ster Luft erfüllten Räume unter der Eisdecke eindrin-

[1] *Druckpumpe.* Th. II. S. 684.

genden Luft ist. Durch das Erkalten der Erde wird
das Volumen der Luft in tiefer liegenden Räumen ver
das Wasser sinkt in diese nach, läfst die Räume unter d
leer, und die äufsere, nach dem Zersprengen der Eisdec
hineinstürzende Luft bewirkt dann das Getöse [1].

Die eigenthümliche Elasticität der Luft, und somit
übrigen in dieser wesentlichen Eigenschaft ihr ähnlich
arten, vermöge welcher sie sich zusammendrücken la
zunehmender Gegenwirkung und ausdehnen mit abne
welche man auch Expansion, Expansibilität genannt
hiernach also für erwiesen anzusehen; allein aus allen de
sen Erscheinungen, in denen diese zum Vorschein kommt,
noch kein bestimmtes Gesetz über das Verhältnifs her
welchem die Dichtigkeit und Elasticität mit dem Raum
welchen diese Körper unter veränderten Bedingungen
men. Keiner unter den Physikern hat sich eifriger un
tender mit der Untersuchung des Verhaltens der Luft besch
der Engländer Robert Boyle, und er hat wohl ohne
zuerst das hierüber bestehende, jetzt allgemein bekann
aufgefunden, welches von seinen Landsleuten nach
Boyle'sche, von allen übrigen aber das *Mariotte'sch*
wird, wobei sich also von selbst versteht, dafs jener
streng genommen der richtigste ist.

Die Veranlassung zur genaueren Aufklärung diese
standes gab der lange Zeit fortdauernde Streit über
Barometer wirksame Ursache. Franciscus Linus,
der Mathematik in Lüttich, konnte sich nämlich nicht
gen, dafs das Quecksilber in der Torricelli'schen Röh
den äufsern Druck der Luft in die Höhe gehoben wür
dern nahm einen gewissen *funiculus* an, welcher hi
Quecksilber in die Höhe ziehen und die Erscheinungen
gens, der Pumpen u. s. w. bewirken sollte. Robe
stellte daher schon im Jahre 1660 Versuche mit einer
rechtwinklich gebogenen Röhre an, welche gewöh
Mariotte'sche Röhre genannt wird, um zu zeigen,
Elasticität der Luft wirklich das Quecksilber zu heben
tragen vermöge, und widerlegte hierdurch die Hypot

1 Vgl. Godart in J. d. Ph. XIV. 487.

Die Röhre, womit seit Boyle ähnliche Versuche oft wie-
nd, ist eine sehr lange, heberförmig zu zwei angleichen-
nkeln gebogene Barometerröhre, deren kürzerer Schen-Fig.
eistens 6 Par. Z. hoch, der längere AB dagegen 7 bis[152.]
h zu seyn pflegt. Boyle gofs zuerst etwas Queck-
lie Röhre, füllte damit den untern Raum derselben
) dafs das Niveau desselben in beiden Schenkeln gleich
also die Luft in beiden gleiche Elasticität hatte, gofs
ksilber im längeren Schenkel nach, bis die Säule des-
engl. Zolle über dem Niveau im kürzeren Schenkel
id hierdurch also bewiesen wurde, dafs die Elasticität
Quecksilber von der Höhe, wie die mittlere des Ba-
zu tragen vermöge. Diese und ähnliche Versuche
e er sehr häufig, und dabei entdeckte Richard
, einer von seinen Schülern, dafs der Raum, in wel-
ingeschlossene Luft des kürzeren Schenkels zusam-
kt wurde, sich umgekehrt wie die Längen der Queck-
im längeren Schenkel verhielt; denn als die letztere
trug, war die Luft im kürzeren Schenkel von 12 Z.
sammengepreſst, und indem er den einfachen Druck
ohäre zu 29 Z. Quecksilberhöhe angenommen hatte,
das Hinzukommen einer gleichen Gröfse die Vermin-
s Volumens auf die Hälfte. Sobald die Höhe der
säule im langen Schenkel vermehrt oder vermindert
rminderte oder vermehrte sich diesem proportional
)F.

rle vervielfältigte nachher mit grofser Beharrlichkeit
) und Zahl dieser Versuche[2]. Vorzüglich bediente
i eines cylindrischen Gefäfses ABCD mit Quecksil-Fig.
in dasselbe eine an beiden Seiten offene Glasröhre[153.]
dafs der überstehende Theil derselben EG noch ei-

tio de elatere et gravitate aëris advers. objectiones Fran-
nd. 1661. Genev. 1680. 4.
rliche Beschreibung derselben findet man in seinen Wer-
Boyle's Works V. vol. fol. Lond. 1665. 1744. Speciell:
euts touching the spring of the air. Oxf. 1660. 8.
Continuation of Experiments. Oxf. 1669. Works. III. 1. On
n of air. Lond. 1671. Works. III. 202. Second continua-
81. 8. Works. IV. 96. General history of the air. Lond.
ks V. 105.

nen Zoll betrug, und sich in diesem also Luft von der
keit der äufseren befand, welche damals das Barometer
75 Zoll hielt. Die obere Oeffnung wurde dann genau
gellack verschlossen, und die Röhre in die Lage gebrac
che ef bezeichnet, wobei sich die Luft bis eh ausdeh
Quecksilber aber bis gh gehoben wurde, woraus also
hervorging, dafs die eingeschlossene Luft nicht Elasti
nug habe, um auf h mit gleicher Kraft zu drücken,
welcher Unterschied durch die Quecksilberhöhe gh c
war. Als der Raum eh zwei Zolle betrug, fand er gh=
wonach also die in den doppelten Raum ausgedehnte
ihrer vorigen Elasticität $29\frac{3}{4} - 15\frac{1}{8} = 14\frac{1}{8}$ übrig ha
ches fast die Hälfte ausmacht. Als $eh = 10$ Z. war
$gh = 26\frac{3}{4}$ Z. und die zehnfach verdünnte Luft hatte
eine Federkraft $= 29\frac{3}{4} - 26\frac{3}{4} = 3$, welches gleich
nahe den zehnten Theil beträgt. Die geringen Differe
sen sich aus der Capillarität und einem Einflusse der
tur leicht erklären.

Mariotte hat eine Reihe ganz ähnlicher Versuc
stellt[1], und das nämliche Gesetz aufgefunden, welc
nach ihm meistens benannt wird, auch nimmt man g
an, dafs ihm von Boyle's Versuchen nichts bekannt
sey. Wenn man aber den Unterschied der Zeit be
suchsreihen berücksichtigt, das hohe Interesse würdig
damals gerade alle das Verhalten der Luft betreffende
chungen aufgenommen wurden und endlich erwägt,
genauen Verbindung Mariotte mit englischen Gelehr
indem schon 1668 eine Abhandlung von ihm in d
Trans. aufgenommen wurde, so scheint es mir wenigst
unwahrscheinlich, obgleich es nicht unmöglich ist, da
jenen wichtigen Versuchen und den daraus erhaltene
ten nichts gewufst haben sollte. An der Aechtheit se
suche ist übrigens bei einem so gründlich gelehrten un
schaftlichen Physiker keinen Augenblick zu zweifeln,
bleibt daher immer sehr schätzbar, dafs das auf
Gesetz auch durch ihn und in noch gröfserer Schärfe
wurde.

---

1 Essay sur la nature de l'Air. Par. 1676. 8. Du mouv
eaux. Part. II. disc. 2.

ɔTTE bediente sich ganz gleicher Apparate, als wel-
ɪLE gebraucht worden waren, nämlich zuerst der
iebenen Röhre. Bei dieser betrug der anfängliche
ı Quecksilber abgesperrte Raum 12 Z. Durch Zugie- Fig. 152.
ıecksilber wurde

Bf = 18; 34; 93 Zolle
EF = 4; 6; 9 —

ben sich die Höhen der Quecksilbersäule fg = Bf
4; 28; 84 Zolle, und also die Elasticität der Luft
chenkel, indem sie aufser der Quecksilbersäule fg
uck einer Atmosphäre auszuhalten hatte, in Zollen
bersäule ausgedrückt:

14 + 28 ; 28 + 28 ; 84 + 28
42 ; 56 ; 112

CE — EF aber, welche die Luft einnahm, be-

12 — 4 ; 12 — 6 ; 12 — 9
8 ; 6 ; 3

icität war daher 1,5; 2; 4mal gröfser, wenn sie
2; 4 mal kleineren Raum zusammengepreſst wurde.
ninderung der Elasticität der Luft bei vergröfsertem
MARIOTTE vermittelst einer 40 Z. langen, am ei-
rschlossenen Glasröhre. In diese grofs er 27, 5 Z.
so dafs also noch 12,5 Z. mit Luft von der Dich-
nosphärischen erfüllt blieben. Hierauf verschlofs
Ende mit dem Finger, kehrte die Röhre um, so
in die Höhe stieg, senkte sie in ein Gefäfs mit
Z. tief ein, so dafs sie noch 39 Z. aus demselben
Nachdem die Luft in den obern Theil der Röhre
das Quecksilber herabgesunken war, nahm letz-
ɛrsteres 25 Z. der Röhre ein, also war das Queck-
halbe Höhe des Barometers gesunken und die Luft
lten Raum ausgedehnt. Wenn man nun berück-
von der Masse der Luft oder der Gasart nichts
l, wie grofs oder wie klein auch der Raum ist, in
ein gegebenes Volumen einschliefst, und dafs
Dichtigkeit derselben dem erfüllten Raume umge-
tional seyn mufs, so läfst sich das *Boyle'sche* oder
e Gesetz auf folgende Weise in Worten ausdrücken:
tät und Dichtigkeit der Gase ist der sie zusam-

mit Rücksicht auf die Temperatur in t Graden C.

$$V'' = V \frac{p}{P} \left(\frac{1}{1 + t\,0{,}00375} \right)$$

Nach dem Boyle'schen Gesetze kann auch die Höhe
den werden, bis zu welcher das Quecksilber in einer eing
ten Röhre gehoben wird, wenn sich in derselben Luft b
deren Volumen bei der Dichtigkeit der atmosphärischen
ist. Heifst nämlich der Raum, welchen die Luft bei ein
rometerstande $= p$ einnimmt $= V$, derjenige Raum, in
sie durch das Herabsinken des Quecksilbers ausgedehnt w
und die diesem zugehörige Elasticität $= p'$, so ist

$$\frac{x}{V} = \frac{p}{p'} \text{ also } p' = \frac{pV}{x}.$$

Heifst ferner die ganze Länge der Röhre $= h$, so ist d
die verdünnte Luft erfüllte $= x$, der mit Quecksilber
Die Elasticität der Luft in der Röhre zur Höhe der Que
säule in derselben addirt mufs dem äufseren atmosph
Drucke gleich seyn, also

$$h - x + p' = p$$

und für p' substituirt

$$h - x + \frac{pV}{x} = p$$

---

auf 0° reducirte Barometerstand sey $= 330$ Lin. $= p$, d
silber in der Mefsröhre rage 33 Lin. über das äufsere herv

$V = V' \left(1 - \frac{33}{330}\right)$ also $= 0{,}9\ V'$. Ist das spec. Ge
Quecksilbers $= 13{,}6$ also das des Wassers $= 0{,}0735$.

$V = V' \left(1 - \frac{33 \times 0{,}0735}{330}\right) = 0{,}99265\ V'$. Dieses gefund
men auf den Normalbarometerstand reducirt würde, dann

$V'' = V \frac{330}{336} = V\ 0{,}982\ldots$ seyn. Wären also bei jener A
mit Quecksilber 4 Cub. Zolle in der Röhre gemessen, so
diese $4 + 0{,}9 \times 0{,}982 = 3{,}53$ Cub. Zolle. Würde die Me
tief in das Quecksilber getaucht, dafs das innere Niveau
äufseren stände, so liefse sich das Volumen des eingeschlo
ses nach jener oberen Formel $V = V' \left(1 + \frac{a}{p}\right)$ leicht fi
ren nämlich 4 Z. Gas in der Röhre gemessen, das innere
ber um 33 Lin. $= a$ hinabgedrückt, und wäre $p = 330$
wäre $V = 4 \left(1 + \frac{33}{330}\right) = 4{,}1$ Cub. Zolle.

$$x = \frac{h - p + \sqrt{(h-p)^2 + 4pV}}{2}$$

ird [1].

nosphörische Luft und alle Gase müssen trocken seyn, oyle'sche Gesetz auf sie Anwendung finden soll, wie erwähnt ist. An der Nichtbeachtung dieses Satzes rscheinlich, dafs nach den Beobachtungen von Bèze die Luft unter dem Aequator sich weniger als im Verhältnisse der drückenden Kraft ausbreiten soll [2], eses auch durch zahlreiche Versuche von Bouguer en Breiten factisch widerlegt ist [3]. Ueber den Einmpfe auf die Elasticität der Luft sind übrigens viele, e als neuere, Untersuchungen vorhanden. Lambt, die Dünste vermehrten die Elasticität der Luft veil sie sowohl die Theilchen derselben zusammenauch das Gewicht der oberen Luftschichten vermehrher die Menge des Dampfes in der Luft zu finden, i in ungleichen Höhen über einander befindliche Bazwei mit ihnen verbundene Luftthermometer beobus ihren Unterschieden auf die Menge des vorhanfes zu schliefsen. Allein es bedarf wohl keines Beieser Weg nicht zum Zwecke führen würde. Ungleich l Saussüre [5], dafs die Elasticität der trocknen Luft nzukommen von Wasserdampf um so viel vermehrt e Spannung des letzteren beträgt, und seine Bestimiber würden völlig genau seyn, wenn er das Gesetz über der Dämpfe rücksichtlich ihrer Elasticität und Dichte Function der Temperatur vollständig gekannt hätte. Boyle'schen Gesetze läfst sich leicht bestimmen, wie und die Elasticität seyn mufs, wenn gegebene Vo-

Biot Traité I. 119.
li in Mém. de Paris. 1709.
de Par. 1758.
dl. der churbaierschen Akademie d. Wiss. Bd. III. Th. 2.
n Lehrbeg. d. ges. Math. III. 413.
sur l'hygrometrie §. 110. Eine Zunahme der Elasticität e folgerte auch de la Hire aus einer Reihe von Versu. de l'Ac. 1708.

lumina Gasarten von gleichfalls gegebener Elasticität v
werden, vorausgesetzt, dafs sie nicht chemisch auf einand
wirken, wenn man nur berücksichtigt, dafs die Räume si
gekehrt verhalten wie die Elasticitäten, die Elasticität de
gung aber das arithmetische Mittel aus der Summe beide
citäten seyn mufs, wenn die Räume vereinigt werden.
den also zwei Volumina Gas $= V$ und v vereinigt, de
sticitäten P und p sind, so ist unter der Voraussetzun
beide Räume gleichfalls vereinigt werden die Elasticität
Mengung

$$p' = \frac{VP + vp}{V + v}.$$

Würden z. B. zwei gleichgrofse Gefäfse mit Luft von 28 u
Quecksilberhöhe-Druckkraft vereinigt, so würde die E
nach der Verbindung $\frac{28 + 24}{2} = 26$ Z. betragen.

gegen in ein gegebenes Gefäfs voll Gas von gegebener
keit, beide als Einheit angenommen, das Gas aus einem
Gefäfse $= v$ und von der Dichtigkeit $= p$ gebracht,
Elasticität nach der Vereinigung $= 1 + \frac{vp}{P}$. Auf gleic
läfst sich das Volumen berechnen, welches die Mengu
mufs, wenn ihre Elasticität $= p'$ seyn soll, nämlich
lumen

$$V' = \frac{VP + vp}{p'}.$$

Dafs diese Sätze auch auf Mischungen aus Gas und D
gewandt werden können, versteht sich wohl von selbst

---

1 Trebgold in Phil. Mag. LXVII. 321. stellt diese Form
falls auf, greift aber dabei Dalton und Gay-Lüssac mit
mender Heftigkeit an, und doch beruhet sein Tadel auf ei
verständnisse. Er sagt nämlich, die letztere Formel lasse sic
Vereinigung der Luft mit Wasserdampf anwenden, und das
$V = v$ und $P = p$ nach der Mengung $V' = \frac{V(p' + p)}{p'}$.
dert er sich sehr, wie Dalton statt dessen hierfur di
$V' = \frac{Vp'}{p' - p}$ habe aufstellen können, und fordert die gena
lehrten auf, ihm doch einmal nachzuweisen, wie durch eine
aus Wasserdampf von 20 Z. Elasticität mit Luft von 30 Z.

eben erläuterte Gesetz ist seit seiner Begründung durch
d Mariotte noch vielfach und auf mancherlei Weise
llein es wird genügen, hier nur die wichtigsten Un-

eifache Raume erzeugt werden könne, da vielmehr seine
mel 1½ gebe. Dalton's Formel heifst eigentlich $\frac{p'}{p'-p}$,
dafs von einer freien Verbindung der Luft mit Wasser-
Rede sey, nicht aber, wie Tredgold meint, von gemesse-
Luft und Dampf, in welchem letzteren Falle er aller-
hätte. Die gefeidörte Aufgabe will ich aber sogleich
noch eine andere dazu, welche noch viel auffallender
hrscheinlich aber Tredgold auf die richtige Ansicht der
rt haben würde, wenn er sie sich aufgeworfen hätte. Ist
Elasticität der Luft = 30 Z. und kommt aus einer genü-
ge Wassers Dampf von 20 Z. Elasticität hinzu, so wer-
Dampf = 20 Z. und ½ Luft = 10 Z., zusammen = 30 Z.,
und diesemnach wird das frühere Volumen Luft um das
ermehrt werden, wie dieses in der Natur wirklich vor-
$p' = p + f$ seyn mufs, wenn p' den atmosphärischen
den Antheil, welchen die Luft und f denjenigen bezeich-
n der Wasserdampf ausübt. Die zweite, noch auffallen-
e ist, wenn $p = p'$ ist, d. h. wenn der Wasserdampf die
rreicht, denn dann wird $\frac{p'}{p'-p} = \frac{1}{0} = \infty$, d. h. der
sserdampf treibt alle Luft vor sich weg, und füllt den
grofs er auch seyn mag, allein aus, welches gleichfalls
g angemessen ist. Vergl. Gilbert in dessen Ann. XV.
ebend. XXVII. 400. Die bisher untersuchte Elasticität
die absolute, welcher die relative *oder specifische entge-*
ne bedarf keiner weiteren Erklärung, denn sie ist das
aft, mit welcher die Luft einer gegebenen zusammen-
Kraft Widerstand leistet. Die gewöhnliche, als Einheit
e Bestimmung dieser Kraft ist diejenige, welche die at-
Luft bei 0° C. Temperatur im Niveau des Meeres, oder
rch das eigene Gewicht der die Erde umgebenden Atmo-
mengedrückt ist, ausübt, und welche durch den Druck
silbersäule von 336 Par. Lin. oder von 0,76 Meter oder
le gemessen zu werden pflegt, das Quecksilber gleichfalls
genommen. Diese gangbaren Bestimmungen der mittleren
he weichen zwar nicht sehr bedeutend von einander ab,
o viel, dafs man jederzeit nur eine derselben als Nor-
ehmen darf. So lange Druck und Temperatur gleich blei-
h die Elasticität verschiedener Gasarten gleich, ihre Dich-
verschieden. Werden sie dann aber bei unveränderter
so weit comprimirt, dafs ihre Dichtigkeit gleich ist, so

die unmittelbare Berührung von selbst folgt. Dieser Ar
tation könnte nur dadurch begegnet werden, wenn b
würde, die Gasarten liefsen sich nicht theilen, wie and
per; und das, was von den Theilen der letzteren not
zugestanden werden mufs, lasse sich auf jene nicht gl
anwenden. Insofern indefs wahrscheinlich alle, und zu
einige Gasarten durch mechanische Compression in
Flüssigkeiten, die festen Körper aber durch Wärme in
Flüssigkeiten und in Dämpfe verwandelt werden, welche
arten dem Wesen nach gleich sind, mithin kein wesentlich
schied zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Körper
kann eine solche Argumentation überall nicht stattfin
wie jetzt also die Sachen stehen, kann nur davon die R
ob das Boyle'sche Gesetz in Beziehung auf eine unend
sammendrückung noch von den wenigen Gasarten gelte
durch starken Druck noch nicht in tropfbare Flüssigke
wandelt sind, in Beziehung auf Ausdehnung aber a
Gültigkeit habe.

Soll die Aufgabe vollständig erörtert werden, so z
Abtheilung derselben, nämlich über das Verhalten der
bei der Zusammendrückung wieder in zwei Fragen, na
erst, ob das Boyle'sche Gesetz bei stärkeren Compression
genommen durch die Erfahrung bestätigt werde, und
ob bei sehr starker Zusammendrückung einige Gasarte
stens ihren Aggregatzustand nicht ändern, und auch d
dieses Gesetz vollständig oder nahe genau seine Richt
währe. Die erstere Frage pflegt man allgemein mit Ja
worten, indem es als ausgemachte Wahrheit gilt, dafs d
cität der Luft ihrer Dichtigkeit direct proportinal ist
die gewöhnlichen Gefäfse ihren Druck auszuhalten verm
lein es giebt wenigstens zwei Reihen von Versuchen
das Gegentheil folgern lassen. Zuerst hat Sulzer [1] v
suche angestellt, wovon ich hier nur einige wenige z

1 Mém. de Berlin. T. IX. l'an 1753. p. 116. Ich erwäh
diese beiden, weil rücksichtlich anderer, namentlich der
TANA angestellten (S. Opuscules. Par. 1784. p. 112. Verg
Mag. II. 165.) unlängst durch Gilbert nachgewiesen ist, da
weichungen vom Mariotte'schen Gesetze sich aus dem Feuch
stande der angewandten Gasarten erklären lassen. S. d
XV. 67.

heile, indem in nachfolgender Tabelle d die Dichtig- e die ihr zugehörige Elasticität bezeichnen.

te Reihe		Zweite Reihe		Dritte Reihe	
	e	d	e	d	e
)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
)	1,958	2,000	1,964	2,000	1,900
3	2,936	3,143	3,078	3,000	2,793
)	3,706	4,444	4,320	4,000	3,631
	4,922	5,500	5,096	6,000	5,297
	5,522	7,333	6,694	8,000	6,835

er hier erscheinenden bedeutenden Abweichungen der von dem Boyle'schen Gesetze glaubte Robison [2] die ch neue sorgfältige Versuche prüfen zu müssen, wö- rzüglich Sorge trug, recht trockne Luft zu erhalten, aber auch das Verhalten der feuchten Luft und der mit ampf gemischten untersuchte. Bei letzterer war die vom genannten Gesetz geringer als bei ganz trockner folgende Uebersicht zeigt:

kne Luft		Feuchte Luft		Kampferdampf-Luft	
	e	d	e	d	e
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	1,957	2,000	1,920	2,000	1,909
	2,848	3,000	2,839	3,000	2,845
	3,737	4,000	3,726	4,000	3,718
	4,930	5,500	5,000	5,500	5,104
	5,342	6,000	5,452	6,000	5,463
	6,490	7,620	6,775	7,620	6,812
				8,000	6,835

Art, wie diese Versuche angestellt sind, eben wie Genauigkeit und Glaubwürdigkeit des Beobachters, nicht wohl etwas einwenden, und die Sache verdient rdings die Aufmerksamkeit der Physiker, und zwar ehr, als bei sonstigen starken Zusammendrückungen ohl die strenge Richtigkeit des angegebenen Gesetzes, hr nur die Frage, ob die Luft überhaupt eine zuneh- sticität und ihre Aggregatform beibehält, untersucht pflegt. Indefs will Winkler [1] das Gesetz bei 8facher ng noch bestätigt gefunden haben. Boyle verdich-

em of Mech. Philos. III. 637.
ersuchungen der Natur und Kunst. Leipz. 1765. II. S. 98.

tete sie bis zum 13fachen, HALES [1] in einer Bombe du
treiben eines Zapfens in dieselbe 38mal, und seitdem
für gleich starke und noch stärkere Compressionen der
hauptsächlich der Dämpfe die Elasticität der atmosphäris
nach dem Mariotte'schen Gesetze stets als Normalmafs
men, ohne dafs eine merkliche Abweichung von
beobachtet wurde. Der bekannte Versuch von HALES
Luft in einer Bombe durch die Ausdehnung des ge
Wassers zu comprimiren, wobei er eine 1838fache V
erhalten haben will, ist ganz unzulässig, weil er die
angewandten Druckes aus der Elasticität der Luft
welche eben erst gemessen werden soll, und aufserd
aus diesem Versuche nach RICHMANN [2] bei genauer
eine 2871fache Verdichtung der Luft folgen, wonac
über dreimal so dicht als das Wasser geworden wäre.

Dafs über die Compression der Luft aus diesen
nichts gefolgert werden könne, ergiebt sich noch auf
dem Versuche, welchen RICHMANN und KRATZEN
stellten [3], indem sie eine Röhre mit Luft durch ro
Terpentin gesperrt, in eine Bombe mit Wasser e
welche bei — 9,4 C. durch das Eis zersprang, ohn
Zusammendrückung der Luft hierbei merkbar war, o
das Eis die Röhre zu frühe verschlossen hatte. D
Compression im Wasser in der Bombe, ohne Gefrier
ten sie indefs eine 300fache Zusammendrückung de
vor, ohne dafs sie von ihrer Elasticität etwas verlor.
das Mariotte'sche Gesetz bis zu dieser Compression
konnte bei dem angewandten Verfahren nicht bestim

Es ist somit dankenswerth, dafs OERSTEDT in
mit SWENDSEN die Frage durch mehrere Reihen ge
che in einem weiten Umfange prüfte [4], und hierbei
rat anwandte, bei welchem zwei wesentliche Hin
Boyle'schen Röhre wegfallen, nämlich zuerst die
Compression unvermeidliche Ausdehnung des elasti
nebst der Gefahr des Zerspringens, und zweitens

1 Statique des Vegéteaux. Trad. de l'Anglois par
1735. 8. p. 389.

2 Nov. Com. Pet. I. 280.

3 Nov. Com. Pet. II. 163.

4 Edinburgh Journal of Science. VIII. 224.

und Capillarität bei sehr engen Röhren. Der gebrauchte
esteht im verticalen Durchschnitte dargestellt aus einem
ascylinder ABCD mit einem messingnen Deckel AC. Fig.
steht zwischen einem eisernen Rahmen lmno eine 154.
brirte Glasröhre EF auf einem eisernen Gefäfse mit ein
ecksilber, welches die untere Oeffnung der Glasröhre
t; die obere Grenze des im Cylinder und in der Röhre
en Quecksilbers ist durch IK bezeichnet, GH ist ein
r starken in ii eingekitteten und mit dieser Fassung
linderdeckel geschraubenen Glasröhre, welche im Gan-
ehreren 7 F. langen und vermittelst eiserner Schrauben
gefügten Theilen besteht und durch die hölzerne Stange
e Stütze erhält. Sie ist dazu bestimmt, durch hinein-
s Quecksilber einen sehr starken Druck gegen die Luft
re EF und gleichmäfsig gegen das dieselbe umgebende
ervorzubringen. Im oberen Deckel befindet sich bei
hraube, welche geöffnet und dann der Cylinder mit
efüllt wird. Der Brauchbarkeit des Apparates stand
egen, dafs die vielen Schrauben für einen so hohen
ht gehörig schlossen, weswegen die Messungen nur
Versuche bis auf 8 Atmosphären getrieben werden
Folgendes sind die Resultate

e	Unters.	Unterschiede: e
1,0000	0,0000	0,0000
1,1051	+ 0,0001	+ 0,0001
1,1693	— 0,0017	— 0,0015
1,2706	+ 0,0030	+ 0,0024
1,4694	+ 0,0050	+ 0,0035
1,5810	+ 0,0060	+ 0,0040
1,8060	+ 0,0060	+ 0,0030
2,0790	+ 0,0330	+ 0,0160
2,5200	+ 0,0090	+ 0,0040
3,1470	+ 0,0210	+ 0,0070
3,5990	+ 0,0170	+ 0,0050
4,1850	+ 0,0240	+ 0,0060
5,0100	+ 0,0470	+ 0,0090
5,5720	+ 0,0310	+ 0,0050
6,2870	+ 0,0010	+ 0,0000
7,0820	+ 0,0930	+ 0,0130
8,0140	+ 0,0160	+ 0,0020

i diesen Versuchen die Unterschiede bis auf einen nach
tiv sind, so könnte man sie als gegen das Boyle'sche
ntscheidend ansehen; allein die nur wenig von einer

constanten abweichende Gröfse derselben deutet vielmehr
gend einen constanten Fehler.

Aufser dieser Reihe von Versuchen machten die Beo
noch einige mit Luftbehältern von Windbüchsen. Von
wurde zuerst ihr Inhalt bestimmt, dann füllte man sie m
dichteter Luft, fand durch hydrostatische Wägung die A
nung des Metalles durch einfache Wägung die Quantität
geschlossenen Luft, und die Kraft endlich, welche
wurde, das Ventil aufzudrücken, durch einen mit Ge
belasteten Hebel gemessen, gab die Elasticität. Die
rimentatoren gestehen indefs selbst, dafs vermittels
Methode keine sehr hohe Genauigkeit zu erlangen se
ches um so richtiger ist, wenn man berücksichtigt,
die stärksten Compressionen ein Ventil mit Leder an
werden mufste, da die mit stählerner aufgeschliffene
nicht fest genug schlossen. Inzwischen wurde die
tung der Luft von 1,122 bis 66,254 untersucht, die
mosphärischen bei mittlerem Barometerstande als Einh
nommen, und auch hierbei zeigten sich die Elasticit
Dichtigkeiten direct proportional, wenn man die unv
chen Beobachtungsfehler gegenseitig ausgleicht. Hie
man also berechtigt, das Boyle'sche Gesetz innerhalb de
mefsbarer Zusammendrückungen für absolut gültig anzu
und die durch Robison gefundene Abweichung ist ve
eine Folge der Elasticität des Glases. Darf man auf A
einen Schlufs gründen, so ist dasselbe so weit gültig
Gase derjenigen Dichtigkeit nahe kommen, bei welcher
Aggregatzustand zu ändern anfangen.

Die genannten Experimentatoren verglichen näml
her das Verhalten der atmosphärischen Luft und des sch
sauren Gases. Sie nahmen zu diesem Ende einen sta
Fig. 155. sernen Cylinder AAAA, mit einem oberhalb darauf
ten messingnen Cylinder BBBB, in welchem der E
vermittelst der Schraube D herabgedrückt werden kann.
eisernen Gefäfse FF stehen die beiden gleichen und
fsig getheilten Röhren EE,EE, welche durch die Gl
GG,GG in lothrechter Stellung erhalten werden. Der
wird dann bis HH mit Quecksilber gefüllt, und in die
den die mit Luft und dem zu vergleichenden Gase gefül
ren gesenkt, der ganze Cylinder aber, sowohl der gl

er messingne mit Wasser, welches durch den Embolus drückt das Quecksilber in die Röhren treibt, und die expansibelen Flüssigkeiten comprimirt. Auf diese Weise die Experimentoren folgende Werthe bei 21°,25 C.

wefels. Gas	Atmosph. Luft	Unterschiede
1	1	0,0000
1,2302	1,2297	0,0005
1,4396	1,4403	0,0007
1,6228	1,6228	0,0000
1,8542	2,8539	0,0003
2,0310	1,0307	0,0003
2,2475	2,2747	0,0001
2,2879	2,2874	0,0005
2,3356	2,3289	0,0067
2,3835	2,3720	0,0115
2,4798	2,4619	0,0169
2,5831	2,5610	0,0221
2,6488	2,6171	0,0317
2,7595	2,7240	0,0355
2,8207	2,7819	0,0388
2,9556	2,9056	0,0499
3,0240	2,9717	0,0523
3,1733	3,1130	0,0603
3,3186	3,1889	0,1297

t aus den hier im Auszuge mitgetheilten Werthen deut- die Elasticität des schweflichsauren Gases bei den Com- unter 2,25 Atmosphären der Dichtigkeit desselben pro- ist, von da an aber nimmt die Dichtigkeit schnell zu, hst in zunehmender Progression. Bei 3,2689 wollen chter die Flüssigwerdung des Gases bemerkt haben, ahrscheinlich schon früher angefangen hatte, jedoch ersten Niederschläge ohne Zweifel an der Oberfläche und des Quecksilbers niedergeschlagen.

liche Resultate erhielt Despretz [1] mit einem unvoll- Apparate, und er ist deswegen jetzt damit beschäf- Versuche vermittelst eines zweckmäfsiger construirten em Umfange fortzusetzen. Im Allgemeinen fand er on aus den bisher angestellten, dafs alle von ihm an- Gasarten, mit Ausnahme des Wasserstoffgases bei glei- mehrten Drucke ein kleineres Volumen haben, als sche Luft, und dafs der Unterschied der Volumi-

[1] Ch. P. XXXIV. 335. u. 443.

num beider nicht blofs bei vermehrtem Drucke zunim
dern auch so viel gröfser ist, je leichter die Gasarten d
chanischen Druck die tropfbarflüssige Gestalt annehme
das Wasserstoffgas verhielt sich bis zu 15 Atmosphä
mit der atmosphärischen Luft sehr nahe gleichmäfsig, je
muthet Desgretz, dafs auch die letztere unter sel
Drucke sich vom Mariotte'schen Gesetze abweichen
werde. Als Beispiel, wie bald eine Verschiedenheit
tigkeiten bei gleichmäfsig vermehrtem Drucke eintritt,
gende Uebersicht:

Luft	1,000	Ammoniakgas	1,000
	1,819		1,850
	2,582		2,663
	3,863		4,132

Theoretische Untersuchungen über die Frage, o
sammendrückung der Gasarten eine gewisse Grenze n
schreiten könne, sind von vielen angestellt. Als di
sten mögen die von d'Alembert[1], L. Euler[2] und J. T
genannt werden. Im Allgemeinen laufen diese insges
auf hinaus, dafs das Boyle'sche Gesetz nach anerka
sikalischen Principien nur bis zu einer gewissen Gr
seyn kann. Insofern aber diese letztere namentlich
der Zusammendrückung nur durch die Erfahrung be
schiedenen Gasarten gefunden werden kann, scheint es
flüssig, den Inhalt jener Untersuchungen hier weiter z

Endlich verdient es nur kurz erwähnt zu werde
Elasticität der in Gefäfse eingeschlossenen Luft, m
gröfser oder geringer seyn, durch die Zeit keine V
erleidet, wenn sie nicht mit Körpern in Berührung
chemisch auf sie einwirken. Die Nothwendigkeit hie
tet wohl von selbst ein, denn die Elasticität gehört zum
Gasarten, und kann also auf keine Weise aufhören, so
Substanzen unverändert dieselben bleiben. Indefs h
bemühet, die Sache durch die Erfahrung zu prüfen, w

1 Traité des Fluides L. I. chap. 6.

2 Comm. Pet. II. Robins Artill. p. 85. 95.

3 Diese gehaltreiche Abhandlung wird in dem nächste
völlig gedruckten, Bande der Götting'schen Commentarien
und ist vorläufig nur aus einer Anzeige in den Gött. gel.
1822 bekannt.

genauen Schliefsens der Apparate stets eine schwierige
ist. Roberval will jedoch die Elasticität der Luft in
ladenen Windbüchse 16 Jahre lang unverändert gefun-
en; Hawksbee dagegen verstopfte einen Heronsbrun-
er eben aufgehört hatte zu springen, und fand beim
gen Eröffnen, dafs noch etwas Wasser herauslief, wor-
chlofs, dafs die Luft durch Compression ihre Elasticität
il verliere, und sie nachher wieder erhalte. Um diese
ng zu widerlegen, comprimirte Musschenbroeck[1] Luft
oyle'schen Röhre durch Quecksilber, schmolz den län-
enkel oben zu, und fand während fünf Jahren die Ela-
nverändert. Neuere Versuche dieser Art sind gewifs
e angestellt, man hat es aber nicht der Mühe werth
sie bekannt zu machen, weil die Sache selbst keinem
nterliegen kann.

es also schwierig sey, die Frage bestimmt zu beant-
welche Veränderungen die Gasarten durch sehr hohe
Compression erleiden würden, und bis zu welcher
i einer jeden derselben das Mariotte'sche Gesetz gültig
bt sich aus den bisherigen Betrachtungen genügend;
ungleich schwieriger, wo nicht unmöglich, ist es zu
, bis wie weit dasselbe hinsichtlich der Expansion der
eiche. Jenes lafst sich durch Versuche bis zu einer
sgehenden Grenze prüfen, wobei ohne Zweifel viele
nnte und mehrere noch nicht berücksichtigte Schwie-
um Vorschein kommen können, dieses aber scheint
ch durch gar keine Versuche der genauen Ausmitte-
, weil die Messung der geringsten Aeufserungen der
allem Anschein nach unter die unmöglichen Aufgaben
ie Verdünnungen der Luft vermittelst der Luftpumpe
kaum bis zur tausendfachen treiben, und erreichte
oppelte hiervon, so würde die Differenz der Queck-
von 0,15 Lin. bei dem unvermeidlichen Einflusse
arität schon keine genaue Messung mehr zulassen.
ir eine andere Weise aber irgend eine Messung ange-
en könnte, ist für jetzt noch unbekannt. Es ist mir
auch noch nicht klar, auf welche Weise Musschen-

od. II. §. 2161.

BROEK [1] eine viertausendfache Ausdehnung der Luft g
haben will, noch unglaublicher mufs es aber erscheinen
BOYLE [2] eine 8000, dann eine 10,000 und endlich
13,679fache Verdünnung beobachtet zu haben vorgieb
geringste mefsbare Dichtigkeit der atmosphärischen Luf
che noch Gegenstand des Messens bleibt, wird ohne Zu
unserer Atmosphäre selbst angetroffen; denn wenn man
fser Wahrscheinlichkeit annimmt, dafs in dieser das B
Gesetz wenigstens bis zu einer gewissen Grenze Anwend
det, und mit DE LAMBRE [3] den äufsersten Schein des
rungslichtes in eine Höhe von nahe 10 geographische
setzt, so beträgt die Dichtigkeit der Luft daselbst nicht
0,0156 derjenigen an der Oberfläche der Erde [4], un
das Quecksilber nur 0,05 Lin. zu heben vermögen, al
einer Höhe, welche sich in der Capillarität verliere
wenn man sie vermittelst eines Quecksilberbarometer
wollte. Es ergiebt sich also hieraus und auf gleiche W
den bekannten Thatsachen über die aufserordentliche
keit der Körper, dafs auf dem Wege der Erfahrung di
unmöglich gefunden werden kann, bis zu welcher die
nung der Gasarten reicht, wenn es gleich auf einen Wi
in den Begriffen führt, das Mariotte'sche Gesetz in die
hung für absolut gültig und diesem nach die Gasarten
sibel bis ins Unendliche anzusehen; denn da zwis
geometrisch unendlich Kleinen und dem Nichts kein U
ist, so müfsten die Gasarten hiernach streng genommen
Etwas durch Expansion in das Nichts und aus dies
durch Compression in das Etwas übergehen können,
offenbar einen Widerspruch in sich schliefst. Wir k
blofs sagen, dafs die Gasarten sich *physisch* bis ins U
d. h. weiter expandiren lassen, als physische Messun
nehmung und Bestimmung reicht. Innerhalb der
Beobachtungen ist dann auch nach den schon angegeb
suchen und denen, welche durch DE LÜC, ROY, T

---

1 Introd. §. 2163.

2 Encyclop. meth. I. 120. Hutton Dict. I. 52.

3 Astronomie théorique et pratique. III. 337.

4 S. *Atmosphäre*. I. 451.

URGH u. a. angestellt sind [1], das Boyle'sche Gesetz für rte Luft stets bestätigt gefunden. Vor nicht langer Zeit gens WOLLASTON [2] auf die Erfahrung einen sinnreichen gegründet, wonach er die unbegrenzte Anwendbarkeit setzes verwirft. Aus demselben würde nämlich folgen, Atmosphäre unserer Erde unbegrenzt wäre; denn da der erselben mit der Höhe abnimmt, und dieser Abnahme nal die Ausdehnung wächst, so ist keine Grenze der- enkbar, sie würde also nicht blofs bis an den Mond, auch bis zur Sonne und den übrigen Planeten reichen, würden demnach der Stärke ihrer Anziehung proportio- dieser Atmosphäre sich aneignen, und es müfste daher ch um den Jupiter eine weit dichtere Atmosphäre vor- eyn, als um unsere Erde, weil seine Anziehung un- trächtlicher ist. In diesem Falle aber würden die Tra- esselben wegen der lichtbrechenden Kraft seiner Atmo- icht hinter ihm verschwinden können, wenn letztere gleiche Dichtigkeit hätte, als die unserer Erde, und htbarwerden jener Trabanten hinter dem Jupiter zeigt tlich, dafs die von ersteren ausgehenden Lichtstrahlen iner Atmosphäre des letzteren gebrochen werden, diese nicht, wenigstens nicht von der Art, wie die uns- handen seyn kann. Diese Folgerung weiter auch auf sphären der übrigen Himmelskörper auszudehnen, nach also anzunehmen, dafs sie sich sämmtlich un- der mischen müfsten, ist unzulässig, weil das Ma- e Gesetz nach der Erfahrung nur von den Gasarten un- e gilt.

ich mufs hier auch noch eine Reihe von Versuchen er- rden, auf welche DÖBEREINER durch eine zufällige ng geführt wurde. In mehreren, absichtlich defswe- tellten Versuchen fand dieser eifrige Naturforscher näm- Wasserstoffgas durch sehr feine Risse in den sperren- anen drang, welche dem Auge kaum bemerklich wa- rn Gasarten aber, namentlich dem Sauerstoffgas, Stick- einer Verbindung als atmosphärische Luft den Durch-

[1] Robison a. a. O. III. 641.
[2] Phil. Trans. 1822. I. 89.

gang versperrten [1]. Noch hat niemand diese Thatsache klären vermocht, ohne auf die Folgerung geführt zu dafs die constituirenden Elemente der Gasarten eine versch Gröfse haben. Ist dieses zugestanden, wofür noch ande sachen entscheiden, so müssen alle Elemente auf allen nige Gröfse haben, und die Behauptung einer unendlich dehnung verliert allen Sinn, weil sie ein endlich grofses lich klein nennen, oder einen unendlichen Abstand der tuirenden Bestandtheile der Gasarten von einander an müfste.

C. Wesen der Gasform.

Bei weitem der schwierigste Theil der Untersuchu noch übrig, nämlich derjenige, welcher das *eigentli sen der Gasform* und *die sie erzeugenden Ursachen* Mehrere ältere Hypothesen hierüber haben kaum noch g liches Interesse, und mögen daher nur kurz erwähnt Im Geiste der Cartesischen Wirbel- und Aethertheo Joh. Bernoulli [2] die Ursache der Elasticität überhaup Bewegung einer sehr zarten, in den innersten Zwische der Körper eingeschlossenen flüssigen Materie. Nach e chen Ansicht läfst L. Euler [3] die Luft aus einer un Menge hohler Kügelchen bestehen, in denen jene Ma geschlossen seyn soll. Je schneller die letztere umläuf mehr sucht sich dasselbe auszubreiten; im Centrum abe sich ein leerer Raum, welcher durch Compression kle und am Ende verschwindet, in welchem letzteren Fall den höchsten Grad der Dichtigkeit hat, und keiner Z drückung mehr fähig ist. Es war für einen Geometer, der grofse Euler gezeigt hat, wohl nicht schwer, Voraussetzungen Formeln zu gründen, deren Resultat Ergebnissen der Erfahrung übereinstimmen, allein nie deswegen jene Hypothesen selbst für geometrisch erwi

1 Die neuesten und wichtigsten physikalisch - chemis deckungen. Jena 1823. 4. p. 15.

2 Opera. III. 81.

3 Comm. Pet. II. 847.

BAULT [1] mag als der Urheber einer Hypothese genannt
welcher viele andere früher beipflichteten, wonach die
aller elastischen Körper und selbst also auch der Luft
lt elastischer Fasern, wie Baumwollenfädchen, haben
Ringen, federnden Atomen u. s. w. bestehen sollen.
derlegung solcher Erklärungen ist jetzt überflüssig.
ie Cartesische Hypothese schliefst sich gleichfalls die
SAGE aufgestellte an, welche von jener nicht wesent-
hieden von ihrem Entstehen an bis auf die neuesten
rab gewichtige Anhänger gefunden hat. Die Theorie,
ieser Gelehrte mit übergrofser Ausführlichkeit mitge-
, findet sich dem Wesen nach kurz angedeutet schon
OYLE [2], PARENT [3], MARIOTTE [4], HERMAN [5], DAN.
LI [6], DAN. und JOH. BERNOULLI [7], indefs achteten
ker weniger darauf, weil sie neben wichtigern Unter-
nur ein geringeres Interesse erregte, bis zur Zeit der
nern Behandlung, welche ihr später zu Theil wurde.
n läfst sich die weitschweifige Demonstration des LE
ht mit kurzen Worten wiedergeben. Nach ihm be-
e Gasarten aus festen unelastischen Elementen, deren
bstände von einander viel gröfser sind, als ihre Durch-
Alle befinden sich in einer sehr schnellen fortschrei-
wegung, deren Richtung nothwendig nach allen Sei-
tt findet, denn sobald eins gegen das andere stöfst,
widerstehenden Körper trifft, so erneuert es seine
mit ungeschwächter Kraft. Als primitive Ursache
nglichen und stets verneuerten Bewegung ist aber der
Stofs des Aethers *(corpuscules ultramondains)* gegen
enstehenden Seiten der Luftatome anzusehen [8]. Diese

---

sica ex ed. Clarkii. Lond. 1711. 8. P. III. C. II. §. 2.
v Experiments cet. Oxf. 1660.
n. de l'Ac. 1708.
sy sur la nature de l'air. Par. 1676.
ronomia. Lib. II. C. 6.
drodynamica, sect. 10.
ces qui ont eu part au prix de l'Acad. des Sc. de Paris 1746.
ganze, in verschiedenen Abhandlungen zerstreuete Theorie
findet man am vollständigsten in Notice sur la Vie et les
George Louis le Sage de Genève etc. chez J. J. Paschoud

einfachen Sätze werden sehr weitläuftig ausgeführt und
bekannten Erscheinungen angewandt, allein das Wese
nämlich einen Beweis für die wirkliche Existenz solch
lut harten Atome, ihrer Bewegung und selbst eines dies
kenden Aethers findet man nirgend, und sonach kann d
bei dem jetzigen Standpuncte der Naturlehre keinen B
den, ja bei dem gänzlichen Mangel einer vorhandenen
dung kann dasselbe nicht einmal auf die Mühe einer
gung Ansprüche machen.

Aufser Prevost, dem Schüler des le Sage, hat
lich de Lüc dieses System in Aufnahme zu bringen
Rücksichtlich der expansibelen Körper bleibt letzterer
sprünglichen Darstellung völlig getreu, und ist hau
nur bemühet, eine gröfere Menge von Thatsachen aus
gestellten Hypothese zu erklären [1], aufserdem aber ha
seine elektrische Theorie auf ähnliche Prämissen gegrü
gleich aber die elektrischen Erscheinungen sich jenen
ungleich leichter anfügen lassen, als die Gesetze der
gen Körper, so ist doch schon im Artikel *Elektricit*
gewiesen, dafs jener Theorie nicht unaufhebliche Sch
ten entgegenstehen, und indem dieselbe in Beziehun
Verhalten der Gasarten durch alles dasjenige, was de
über beigebracht hat, durchaus keine neue factische
hält, so mufs sie auch in diesem etwas veränderten
als blofs hypothetisch, mithin factisch nicht begründet
werden.

Newton war der Meinung, das Streben nach A
bei den Gasarten und Dämpfen sey die Aeufserung ei
fsenden Kraft, auch versuchte er, das Mariotte'sc
hiernach zu demonstriren; er glaubte indefs selbst nic
gentliche Wesen dieser Kraft erkannt zu haben, auch
aus dem Folgenden ergeben, dafs seine Demonstra
durchaus zulässig sey. Zuerst zeigt er die Möglichke
stenz repulsiver Kräfte durch eine Vergleichung der

à Paris et Genève. I Vol. 8. und in Deux Traités de Phys
nique publiés par Pierre Prevost. Par. 1818. 8.

1 Neue Ideen über die Meteorologie. A. d. Fr. Berl.
1787. 8. Einl. S. 6.

2 Th. III. S. 364.

chen Gröſsen; denn, sagt er, so wie in der Algebra die
en Gröſsen abnehmend zuletzt verschwinden und in
ıde übergehen, so muſs auch in der Mechanik da, wo
ehung aufhört, eine Repulsion eintreten [1]. Es folgt
nmittelbar, daſs der bekannten Newton'schen Anzie-
e Abstoſsung in der physischen Welt entgegenstehen
nn da diese wie die Quadrate der Entfernung abnimmt,
sie in der Entfernung a = 1 gesetzt in der Entfernung
ı $k = \frac{1}{x^2}$ ausgedrückt erst dann verschwinden, wenn
ürde, und könnte somit erst in aufserweltlichen Rän-
ren [2]. Die Wirksamkeit einer solchen Kraft, sagt
weiter, scheint auch zu folgen aus der Erzeugung der
Dämpfe, denn die aus den Körpern durch Hitze und
usgestoſsenen Partikelchen entweichen von jenen Kör-
von einander mit einer groſsen Kraft, sobald sie aus
ctionssphäre gerückt sind, sie fliehen eine Wieder-
g, so daſs sie einen zehnfachen, hundert- ja tausend-
ım einnehmen, als vorher im Zustande der Dichtig-
se aufserordentliche Ausdehnung und Zusammenzie-
aber keineswegs erklärt werden, wenn man sich die
lchen als elastische Fäden oder Ringe vorstellen
d man muſs daher eine zurückstoſsende Kraft bei ih-
nen. Flüssige Körper werden bloſs durch Wärme ex-
durch Kälte wieder in ihren vorigen Zustand zurück-
diejenigen aber, welche feste heiſsen, erfordern eine
tze und vielleicht auch Gährung, um wahre Luft zu
eren Theile sich bleibend mit groſser Kraft zurück-
ierdurch hat Newton zwar das Phänomen bezeich-
den eigentlichen Conflict der entgegenwirkenden
eswegs genau angegeben.
bestimmter in Beziehung auf das Boyle'sche Gesetz
Newton an einer andern Stelle [3]. Er denkt sich

e qu. XXXI. ed. Clarcke p. 320.
so auffallende Folge, welche die Existenz einer Repulsiv-
zu widerlegen scheint, wäre dem scharfsinnigen Newton
entgangen; allein bekanntlich nimmt dieser zur Erklärung
ns der Gasarten attractive und repulsive Kräfte an, welche
Gesetzen wirken sollen.
c. L. II. prop. 23. T. II. p. 121. ed. Tessaneck.

hier die expansibele Flüssigkeit in einen Würfel ein
dessen Seite = a seyn möge. Wird die eingeschlo
dichter mit Beibehaltung der Würfelform, so verh
Dichtigkeit umgekehrt wie der Cubus der Seite, also
die zusammenpressende Kraft muſs also $= 1 : a^{3m}$ se
dann zwischen den geradlinig über einander liegende
eine in der umgekehrten nten Potenz wirkende absto
statt, so wird jedes Theilchen mit der $\frac{1}{a^n}$ Kraft z
drückt werden müssen, und da der Würfel im Ver
$1 : a^2$ kleiner wird, wenn der Druck seine ganz
trifft, die Elasticität aber der zusammendrückenden
ist, so muſs $\frac{1}{a^n} \times \frac{1}{a^2} = \frac{1}{a^{3m}}$ seyn, wodurch $\frac{a^{3m}}{a^2}$
$n = 3m - 2$ wird. Bei Gasarten ist aber $m = 1$,
sticität sich umgekehrt, wie die erste Potenz des V
hält, mithin ist $n = 1$ oder die abstoſsende Kraft
umgekehrt, wie die Abstände der Molecülen de
diese Weise schliefst Newton allerdings schulger
Erscheinung, allein er verwahrt sich gegen die Fo
sey damit die wirkliche Existenz von Luftatomen
nen eigenthümlichen, im einfachen umgekehrten
des Abstandes wirkenden Repulsionskraft erwies
Schenbroek [2] dagegen glaubt zwar eine solche abst
annehmen zu müssen, will aber nicht darüber ent
diese Elektricität oder eine andere Kraft sey, und
vorläufig für hinreichend, die Ueberzeugung von
der Luft zu haben. Ronison [3] kommt bei seiner
ses Gesetzes auf ein ähnliches Resultat. Zuerst ben
eine gewöhnliche Luftpumpe leicht eine 125 fache
hervorbringt, wobei dann der Abstand der Theile
seyn müsse, und dennoch wirke die abstoſsende
diese Ferne, und in noch gröſsere, da die Ver
leicht noch weiter treiben lasse. Hieraus folgt ab

---

1 An vero fluida elastica ex particulis se mutuo f
stent, quaestio physica est. Nos --- mathematice deme
philosophis ansam praebeamus, quaestionem illam tracta

2 Introd. T. II. §. 1202.

3 System of Mech. Phil. III. 644.

welche die Lufttheilchen zurücktreibt, sich auf einen
rölseren Abstand erstrecken könne, als in welchem sie
gewöhnlichen Zustande befinden, und hieran knüpft sich
ndig die Frage, ob in diesem gewöhnlichen Zustande
ft sich auch bis auf die 5 mal entfernteren Theile er-
und nach welchem Gesetze sie abnehme. Sollte die
m Abstande proportional abnehmen, so müfste sie für
einander folgenden Theilchen gegen das erste = 5 ge-
zweite = 2,5 gegen das dritte = 1,667 gegen das vierte
gegen das fünfte = 1 gegen das sechste = 0,8333 seyn
dann würde aber eine vierfache Verdichtung den acht-
eine neunfache den 27fachen Widerstand leisten, was
Erfahrung streitet. Dränge ferner diese Kraft durch
bende Hülfe, so müfsten zwei Sphären mit verdichte-
erfüllt, einander abstofsen, mit verdünnter einander

n wir uns vorstellen könnten, dafs die Lufttheilchen
nnerhalb unmerklicher Abstände mit gleichbleibender
iefsen, so würde dieses mit den Erscheinungen über-
n. Denn wenn wir uns eine Reihe solcher Partikeln
, welche in jedem Abstande gleichmäfsig abgestofsen
und wir lassen eine zusammendrückende Kraft gegen
en wirken, so wird die Zahl der zusammengedrück-
eln und also die Summe ihrer repulsiven Kräfte dem
gekehrt proportional seyn, welches genau mit dem
n Gesetze übereinkommt. Robison bemerkt indefs,
olche Kraftäufserung sonst in der Natur überall nicht

sehr gründliche, vielumfassende und mit grofsem
e durchgeführte Untersuchung dieses Gegenstandes
ries [1] geliefert. Zuerst prüft er nach geometrischen
n, wie im Allgemeinen Grundkräfte, oder solche,
ht wieder von andern abgeleitet werden können, in
auf Masse und Geschwindigkeit wirken müssen. Die
erhaltenen Resultate würden absolute Gültigkeit ha-
könnten somit als sichere Grundlage zur Bestimmung
mkeit der Naturkräfte betrachtet werden, wenn nicht

[1] ematische Naturphilosophie. Heidelb. 1822. 8. S. 448. ff.

die Allgemeinheit der Bestimmungen erforderte, da
alles vom unendlich Kleinen bis zum unendlich Gr
sen mufs, welches in der Mathematik zwar zur
Gröfsenbestimmung zulässig ist, in der Physik aber
Anwendung finden kann, insofern diese überall ni
Endliche hinausgeht. Inzwischen erhält Fries als
geometrischen Construction der anziehenden und
Kräfte folgende zwei hier zunächst in Betrachtun
Hauptsätze:

1. Wenn Grundkräfte von Punct zu Punct i
ten Verhältnifs der ersten oder zweiten Potenz de
wirken, so verschwindet die Wirkung in der Berü

2. Für alle unmittelbar in der Berührung wirk
kräfte hängt also die Wirkung einzig von der spec
des Stoffes und der Dichtigkeit der Masse an der
fläche ab.

Dieser letztere Satz ist offenbar der Ausdruck
te'schen Gesetzes, und es scheint also, als sey die
Hülfe der Geometrie enträthselt; allein wenn man
schen Untersuchungen aufmerksam folgt, so entde
dafs die Bezeichnung für die specifische Kraft de
die Dichtigkeit der Masse nur in die Formel hinei
um sie vollständig zu machen, keinesweges aber
wendig folgt. Zweitens aber kann man sagen, d
hierdurch blofs benannt, aber nicht erklärt; denn
lerdings wohl, dafs bei der Elasticität der Gasarten
Kraft nach einem bestimmten (dem Mariotte'sch
wirkt, man will aber wissen, was für eine Kraft
eine individuelle für sich bestehende, oder eine no
same, und wie ihre Wirkung sich aus ihrer Wese
lasse. Endlich stimmt die hiernach gegebene Er
mit der Erfahrung überein. Als Beispiel möge da
gas dienen, welches aus 3 Mafs Wasserstoffgas und
gas besteht. Bringt man diese Gasarten in dem ge
hältnifs als solche zusammen, so ist das spec. Ge
gung = 0,292825; das des Ammoniakgas aber
Hier haben wir in beiden Fällen die nämlichen St
müfsten daher bei gleicher Dichtigkeit auch gleic
haben, allein diese ist bei der Mengung über dop

chemischen Verbindung, abgesehen davon, dafs jene
n Druck von 50 Atmosphären noch nicht tropfbar
d, diese aber schon bei 6,5.
prüft dann die oben angegebene Newton'sche Be-
der bei den Gasarten wirksamen Kraft der Abstofsung,
sie im Widerspruche stehend mit dem oben angege-
n Gesetze. Wäre letzteres vollkommen begründet,
Newton's Demonstration unstatthaft seyn, welche
f der Annahme beruhet, dafs die Repulsivkraft sich
r als bis zum nächsten Luftatome erstreckt, wie Ro-
igt hat; aufserdem aber gesteht Newton selbst zu,
Hypothese nur ein bestimmtes Phänomen construire,
gentliche Wesen der angenommenen Kraft und ihren
ang mit andern Naturkräften näher nachzuweisen.
zugleich, das angegebene Gesetz passe nur, wenn
n immer gleich bleibe, also Kugeln zu Kugeln, Wür-
eln zusammengepreſst würden; allein wenn es für
esen der Sache wirklich angäbe, so liefse sich hier-
ine Anwendung auf die übrigen Fälle machen. So
i Luftatomen stehen bleiben, und annehmen, dafs
rminderter Dichtigkeit einen gröfseren Abstand von
en, mufs nothwendig die Wirksamkeit der Repul-
wechselndem Abstande derselben von einander be-
werden. Fries dagegen will die Erscheinung nach
Ansicht auf Grundkräfte zurückführen, welche nur
rung wirken. Hierbei kann jedoch unmöglich blofs
ührung des zusammendrückenden Körpers, noch
einer Berührung der Expansivkräfte die Rede seyn,
nn schlechthin nur von der Berührung der Luft-
edet werden, wie grofs auch immer das Bestreben
e verpönten Atome aus der Naturlehre zu verban-
en wir uns dann abermals an die Erfahrung, und
Beispiels wegen den Sauerstoff zuerst in seiner Ver-
Quecksilber, wie er dessen Gewicht und Volumen
nken uns denselben dann vom Quecksilber getrennt
erwandelt, so ist es doch kaum vorstellbar, sich
r Basis dieser Gasart stets in unmittelbarer Berüh-
en, wie grofs oder geringe auch die Dichtigkeit
n möge. Gesteht man aber zu, dafs die Abstände
rschieden seyn können, so mufs nothwendig die

Wirksamkeit der ihnen eigenthümlichen Repulsivkraft
gleiche Abstände der sollicitirten Massentheilchen nach
werden, und wir kommen allezeit auf die alte Schwierigke
wofür Newton zwar ein Mittel irgend einer Vorstellun
geben, sie aber keineswegs völlig gehoben hat. Sei
rung ist eine atomistische, insofern sie die ponderabele
Gasarten aus Atomen bestehen läfst; Kant führte da
men auf Kräfte zurück, wobei jedoch die Frage über d
liche Wesen und Verhalten der materiellen Grundlage
arten unentschieden blieb, auch bemerkt Fries [1], d
Ausdehnungskraft der Luft für keine ursprüngliche
habe; viele Physiker nach Kant glaubten die Sach
indem sie behaupteten, das Verhalten der Gasarten las
namisch, d. h. aus einem Conflicte anziehender und
der Kräfte genügend erklären. Ob es aber möglich se
sondere bei dem jetzigen Standpuncte der Wissensch
dem der wesentliche Unterschied zwischen expansibel
barflüssigen und festen Körpern in Gemäfsheit des fr
wiesenen, blofs durch mechanischen Druck bewirkte
ganges aller dreier in einander aufgehoben ist, die Ex
den Einfluſs der Luftelemente bei der Erklärung des
der Gasarten ganz zu umgehen, mufs ich defswegen
weil sonst alle Materie aufgehoben und ihrem Wesen
auf Kräfte zurückgeführt werden müfste, eine Ansich
jetzt unter den wirklichen Physikern schwerlich noch i
Anhänger findet.

Die ältere Vorstellung, wonach die Ausdehnu
Gasarten eine Folge des Elementarfeuers seyn sollte,
genwärtig nicht mehr in das Gebiet der Physik gehö
mehr Aufmerksamkeit verdient dagegen die Ansicht
welche sie für eine Wirkung der Wärme halten, eine
ton's von vielen Physikern angenommene [2], durch
in einem hohen Grade der Vollendung ausgeführte
Diese grofse Geometer leitet nämlich den Aggregatz
Körper überhaupt aus dem Conflicte der Anziehung u
fsung ab, welche zwischen den Molecülen der Körpe

1 a. a. O. p. 488.

2 Journ. de Phys. 1799. T. II. p. 231 u. 413.

enden Wärmeatmosphären statt finden [1], und gründet Hypothese eine geometrische Darstellung derjenigen ngen, welche unter dem *Mariotte'schen Gesetze* be- rden. Einige kürzere Andeutungen dieser, für die Kenntnifs und Beurtheilung der gesammten Naturge- tigen Hypothese, welche ihr Begründer theils früher r mitgetheilt hat [2], sind schwerer zu verstehen, und erdem nicht zur Kenntnifs des eigentlichen Grundes, ganze Untersuchung gebauet ist, weswegen die blo- ate mehr einem glücklichen Gedanken als einer all- urchdachten Theorie ähnlich sehen. Es scheint mir überflüssig, eine etwas ausführlichere Darstellung des versuchen [3].

LACE untersuchte schon früher [4] die Gesetze der An- n kleinen Sphäroiden, welche Theile gröfserer Sphä- nd die umgebenden Theile sowohl anziehen als auch ngezogen werden. Die hierfür gefundenen Formeln was von denen ab, welche NEWTON gegeben hat, n das Hauptresultat im Wesentlichen zu ändern. statt einer Anziehungskraft eine abstofsende ange- o müssen die nämlichen Ausdrücke auch für diesen bar seyn, und indem zugleich von einer Flüssigkeit so benutzt er hierfür denjenigen Ausdruck, welcher ichfalls schon früher [5] für den Zustand des Gleichge- flüssigen Theilchens im Innern einer flüssigen Masse ist, nämlich

$$dp = \varrho\varphi dr$$

Druck der Flüssigkeit, φ aber die Repulsivkraft be- lche eine flüssige Sphäre vom Halbmesser $= R$ und gkeit $= \varrho$ gegen einen im Abstande $= r$ von ihrem befindlichen und einen Druck $= p$ erleidenden . Nach den für die Attractionsgesetze gefundenen rmeln ist dann

lüssigkeit, *Ursachen derselben.*
h. et P. XVIII. 181 u. 273., desgleichen an einigen andern benen Stellen.
Cél. Tom. V. p. 104. ff.
T. I. L. 2.
T. I. L. 1. §. 17.

$$p = \text{const.} + 2\pi\varrho^2 \frac{R^2}{r} \frac{d}{dR} \cdot \left[\frac{\psi_{\prime\prime}(R+r) - \psi_{\prime}(R}{R} \right.$$

Nach Newton sollen die Repulsivkräfte dem Abstande d

umgekehrt proportional seyn, wonach also $\varphi(r) = \frac{1}{r}$

die Substitution dieses Werthes zeigt, dafs p dann n
stant wird, und die Voraussetzung ist also unzulässig,
schon durch Robison und Fries nachgewiesen ist.
wodurch La Place das Nämliche zeigt und die Vor
gen begründet, worauf seine folgenden Schlüsse gebau
ist mir nicht völlig klar, die Sache selbst aber an sich
gleich in Beziehung auf die gesammten Naturgesetze s
auf Folgendem zu beruhen.

Newton sowohl als auch la Place nehmen an
Attraction der Molecülen bei demjenigen Abstande vo
in welchem sie sich im Zustande der Gasform befin
schwindend klein oder unmerklich sey, und erste
nicht abgeneigt, die Anziehungskraft in eine Rep
übergehen zu lassen, welche dann zur Erklärung der
der Entfernungen umgekehrt proportional wirkend a
wäre. Es ist indefs schon oben bemerkt, dafs in grö
genommen dieses erst in unendlicher Entfernung
müfste, und da man hierbei sich damit nicht helfen
man sagt, jede mefsbare Entfernung der Elemente se
unmefsbaren Durchmesser eine unendliche Gröfse, w
ziehung nothwendig geometrisch $=0$ werden mufs,
entgegengesetzte Gröfse werden kann, so ist die A
Ueberganges der Anziehung in Abstofsung ohne u
Voraussetzungen völlig unzulässig, abgesehen dav
dann auch eine dem einfachen Verhältnisse des Abs
portionale Anziehung geben müfste, indem die Newt
gemeine Attraction der Materie vielmehr dem Quadra
standes umgekehrt proportional ist, weil sie doch
beim Uebergange in das Entgegengesetzte ein and
als vorher, befolgen könnte. Inzwischen wissen
dafs die Newton'sche Attraction kein Körperelement,
dasselbe auch seyn mag, verläfst, denn in Gemäfs
fährt es fort, gegen die Erde zu gravitiren und and
anzuziehen, wenn die Gesammtmasse solcher vere
mente grofs genug ist, um eine mefsbare Wirkung

ei solchen kleinen Massen, als welche die Luftatome
st aber diese Anziehung so unbedeutend, dafs sie, an
fsbar, durch jede mefsbare Gegenwirkung überwun-
en und verschwinden mufs, ohne dafs man defswe-
nigt wäre, eine Verwandlung der Anziehung in Ab-
u gestatten. Ob die Erscheinungen der Cohäsion und
auf diese nämliche Kraft zurückgeführt werden kön-
einige behaupten, andere bestreiten, ist für die vor-
Untersuchung ganz gleichgültig, indem jede hierbei
Kraft nach den so eben beigebrachten Gründen bei mefs-
tande unmefsbar werden mufs. Dagegen übt jedes
ner Gasart Anziehung gegen die Wärme aus, und da
emolecüle sich gegenseitig abstofsen, so werden sie
die ponderabelen Luftatome mit Ueberwindung der
end kleinen Anziehung von einander trennen, son-
Wärme überall im Raume verbreitet ist, so mufs
e Repulsion die Räume erfüllen, welche bei stärke-
nung der Gasarten leer (oder vielmehr mit Wärmestoff
den, und somit überhaupt die Dichtigkeit der Gase
n der Temperatur bedingen, wobei angenommen
die Wirkungssphäre dieser Repulsion unmefsbar klein

n ferner die in einem Elemente der Gasart enthaltene
, so ist die Repulsion von zwei Elementen $= c^2$,
öfse der Abstofsung kann durch $H c^2 . \varphi(r)$ ausge-
en, worin H eine wahrscheinlich bei allen Gasarten,
ll aber bei dem nämlichen Gase constante Gröfse ist,
für einen mefsbaren Werth von r verschwindet.
ich dann eine sphärische Hülle mit Gas erfüllt, in
htigkeit und Elasticität an jeder Stelle gleich seyn
lche so weit von der Hülle abstehen, dafs die An-
t von dieser keinen Einfluſs auf die daselbst befind-

Anziehung Th. I. S. 328.
eser letztere Satz den ersteren nicht aufheben, so müs-
ülen der Gase als unmefsbar klein gedacht werden, so
ärkster Expansion der Gase dennoch in einen verhält-
ht grofser Abstand von einander kommen. Eine Aus-
elben ins Unendliche wäre hiernach also unmöglich;
chwer, dieses, durch Unbekanntschaft mit dem eigent-
der Wärme, dunkele Gebiet völlig aufzuhellen.

lichen Partikeln ausüben kann, und in dieser Hülle concentrische Sphäre vom Halbmesser = R, umgel eine Lage Gas von gleicher oder gröfserer Dichtigke eingeschlossene Kugel, dann den Halbmesser dieser den Lage = r, so ist der Ausdruck der Repulsivkraft

$$2\pi \frac{H c^2 \varrho R^2}{r R} \psi (r - R).$$

Diese Function mufs mit $4\pi\varrho r^2 dr$ multiplicirt werde Abstofsung der innern Sphäre gegen die äufsere Lage ten, deren Dichtigkeit = ϱ, Halbmesser = r und D ist. Wird dann $r - R = s$ gesetzt (wobei s eine Gröfse hat), so wird unter der Voraussetzung, dafs nig von R abweicht, jene Function

$$2\pi^2 . H c^2 \varrho^2 . 4 R^2 ds . \psi (s)$$

diese Formel integrirt für den Werth von $s = 0$ $\int ds \psi (s) = K$ gesetzt, erhält man

$$2\pi H c^2 \varrho^2 . 4\pi R^2 K.$$

Denkt man sich dann die äufsere Lage von endlicher so, dafs sie durch die Repulsion der innern Sphä werden könnte, aber durch einen Druck = P zur werde, so ist der Druck der ganzen Lage nahe = und also für den Zustand des Gleichgewichts

$$P = 2\pi . H c^2 \varrho^2 . K$$

Dieser Werth von P ist unabhängig von R, dem der Sphäre, weil die Repulsion der Wärme sich nur liche Fernen erstreckt, und man also nur diejenigen Gases berücksichtigen kann, welche den dem Druck setzten Theilen sehr nahe sind.

Das Gleichgewicht der Wärmestrahlungen zw Theilen des Gases und den umgebenden Körpern v zwar von selbst, allein La Place entwickelt auch d der Aufgabe und unterwirft ihn mit seiner bekannte heit dem analytischen Calcule. Hat diesemnach die die von ihr eingeschlossene Luft die Temperatur = klar, dafs jedes einzelne Molecül des Gases in jede blicke durch die Wärmestrahlen der umgebenden Kö fen werden mufs, und indem es einen Theil dieser St schluckt, so mufs es zur Erhaltung des Gleichgewich nen gleichen Theil wieder ersetzen, und so werden Weise alle Molecülen des Gases an allen Orten das

alten, so dafs die Menge der Wärmestrahlen, welche
bene Fläche in jedem Augenblicke erhält, blofs eine
der Temperatur, ohne Rücksicht auf die Beschaffen-
umgebenden Körpers ist, welche $\Pi(u)$ heifsen möge.
e der von einem gegebenen Gas aufgenommenen Wär-
heifst dann $q.\ \Pi(u)$, wenn q ein von der Beschaf-
s Gases abhängiger Factor ist, und kann nur ein ge-
il der in den Körpern enthaltenen Wärme seyn, wenn
aufserordentliche Geschwindigkeit dieser Strahlungen
tigt. Wie aber auch die Art dieser Wärmestrahlung
den Molecülen der Gasart und der sie umgebenden
n mag, so ist sie auf allen Fall im zusammengesetzten
se der Dichtigkeit und der Wärme der umgebenden
ϱc und der Wärme c, welche in dem Molecüle ent-
also $= \varrho c^2$ und diesemnach mufs

$$\varrho c^2 = q' \Pi(u)$$

n q' einen durch die Beschaffenheit der Gasart be-
onstanten Factor bezeichnet.
ermit erhaltenen zwei Gleichungen bezeichnen die we-
Eigenschaften der Gasarten. Denn wenn $2\pi HK q' = i$
d, so ist

$$P = i\varrho.\ \Pi(u)$$

eichem Werthe von $\Pi(u)$ oder gleicher Tempera-
lasticität der Luft ihrer Dichtigkeit direct proportio-
OYLE und MARIOTTE gefunden haben, und voraus-
fs u in u' verwandelt wird, P aber constant bleibt,

$$\varrho : \varrho' = \Pi(u) : \Pi(u')$$

von GAY-LUSSAC und DALTON aufgefunden ist.
stimmung der Temperatur sowohl überhaupt, als
influsses derselben auf das Volumen der Gasarten
AGE folgende Schlüsse auf. Wenn man sich einen
eeren Raum von einer gewissen Hülle umgeben denkt,
e gegenseitige Wärmestrahlung von allen Puncten
urch diesen Raum statt finden, und die Dichtigkeit
stoffes wird daher in allen Theilen dieses Raumes
eine Function der Temperatur der Hülle seyn. Da
einem gleichen Drucke die Dichtigkeit der Gase den
en proportional ist, so mufs auch umgekehrt die
durch die Dichtigkeit der Luft mefsbar seyn, und das

Luftthermometer wird diesemnach Normalthermomete
stens innerhalb derjenigen Grenzen, bis zu denen da
sche Gesetz gültig ist. Hiernach läfst sich dann auch
lute Wärme des Raumes messen; denn da sie der A
der Gasarten proportional ist, diese sich aber um
Volumens zwischen den festen Puncten des Thermo
dehnen, so ist $\frac{100}{0{,}375} = 266°{,}67$ C. die Wärme d
Aus diesen Betrachtungen folgt dann, dafs durch
der Gase Wärme entbunden werden müsse, und da
der Luftatome zur Wärme wächst, so wie sie sel
näher kommen, so ist die respective Wärmecapacit
nach dem Verhältnifs ihrer Dichtigkeiten verschied
zusammengenommen begründet das durch LA PLA
dene Mittel, die Theorie der Geschwindigkeit der Sc
zung durch die Luft mit der Erfahrung in Einklang

Eine auffallende Bestätigung erhält die LA
Theorie durch das Verhalten der Dämpfe und der G
wie durch eine Vergleichung beider mit einander, o
irgend eine expansibele Flüssigkeit bekannt wäre,
eine gleiche oder ähnliche Weise sich derselben nic
als dieses bei einigen tropfbar-flüssigen Körpern
Rücksichtlich der Dämpfe, namentlich der aus Wa
ten, ist nämlich wohl als erwiesen anzusehen, daf
ihrer freien und latenten Wärme eine constante
Wird dieses nach LA PLACE's Theorie analysirt,
so viel: diejenige Wärmemenge, welche das W
damit die Anziehung seiner Molecülen überwunde
stets gleich, und für einen gegebenen Raum (ohne
lenbestimmungen) ungleich gröfser, als diejenige,
tropfbar-flüssigen Zustand des Wassers bedingt.
in Dampfgestalt vorhandenen Molecülen durch
Druck einander näher gebracht, so treten drei, di
gleichmäfsig unterstützende Bedingungen ein. Zu
wird eine Quantität Wärme durch Verringerung d
fsenden Raumes frei, zerstreut sich, die Repulsion

---

1 Namentlich beim geschmolzenen Schwefel. S. obe
Ursachen derselben.

2 S. *Dampf.* Th. II. S. 295.

ein Theil der Dampfmolecüle vereinigt sich zu tropf-
gem Wasser. Soll aber zweitens dieses nicht gesche-
darf nichts von der vorhandenen Wärme verloren wer-
nit die hierdurch proportional stärkeren Repulsionen
die Vereinigung der Wassermolecüle, und ihren Ueber-
tropfbaren Flüssigkeit hindern. Weil aber drittens
er Annäherung der Molecüle des Wassers ihre Anzie-
mmt, so ist die Zunahme der Elasticität der Vermeh-
Wärme nicht direct proportional, sondern es werden
ren zu höheren Temperaturen abnehmend wenigere
de erfordert, damit die Elasticität um gleiche Grösen
werde, die Dichtigkeit des Wasserdampfes ist aber
ion der Elasticität, weil mit letzterer auch die Wärme
die Intensität ihrer Repulsion wächst, durch welche
len der Dämpfe aus einander getrieben werden. Im
dlich ist aber sowohl die Elasticität als auch die Dich-
Dämpfe lediglich eine Function der Wärme.

leicher Genauigkeit lassen sich die Erscheinungen,
Gasarten rücksichtlich ihres Verhaltens zur Wärme
der Hypothese LA PLACE's anpassen, abgesehen von
, was in dieser Hinsicht schon oben in Beziehung
BOYLE und MARIOTTE, so wie das von DALTON
LÜSSAC, aufgefundene Gesetz beigebracht ist. DAL-
nämlich schon früher den Satz auf, dafs sich die
citäten der Gase umgekehrt wie ihre Atomengewichte
auch folgt etwas ähnliches aus den Versuchen von
und BERARD rücksichtlich des Stickgas und Sauer-
n ausführlichsten ist aber dieser Gegenstand behan-
HAYCRAFT, welcher aus seinen zahlreichen Versu-
[1], dafs die specifischen Wärmen aller von ihm un-
Gase sich umgekehrt verhalten wie ihre specifischen
Dieser Satz, nach LA PLACE's Hypothese naturphi-
rläutert, würde also folgern lassen, dafs die Quan-
, welche in einem gegebenen Raume den Zustand der
edingt, eine constante Grösse sey, weil ihre Re-
eine gewisse Stärke zu erreichen nöthig hat, um das

. of the Roy. Soc. of Edinb. X. 195. Daraus in G.
. 269. Eine nähere Beschreibung dieser Versuche und
r Resultate 3. unter dem Art. *Wärme*.

erforderliche Uebergewicht über die Attraction der Gas
len zu erlangen, eine gleichmäfsige Compression durch
Druck vorausgesetzt. Soll diese Folgerung zulässig s
mufs zugleich angenommen werden, dafs die Molec
Gasarten eine ungleiche Gröfse, und diesemnach auch
schiedenes absolutes Gewicht haben, so dafs man ihr sp
Gewicht bei gleicher Elasticität dem absoluten Gewich
der Gröfse) ihrer Molecülen direct proportional zu se
Die Annahme einer ungleichen Gröfse der Gasmolecülen
aber nicht blofs aus dem jetzt allgemein herrschenden
schen Systeme der Chemie hypothetisch folgern, son
auch durch die oben erwähnten interessanten Beoba
Döbereiner's eine unerwartete Bestätigung erhalten.
sen folgt nämlich, dafs die Molecülen des Wasserstoff
allen die kleinsten sind, weil sie feine Risse in Campane
drangen, die denen schwererer Gasarten den Durchg
sperrten. Wollte man aus dieser Voraussetzung de
folgern, dafs hiernach die Dichtigkeiten der Gasarten u
chem Drucke und bei gleicher Temperatur ihren Misc
wichten direct proportional seyn müsse, so stimmt d
der Erfahrung nicht überein, indem z. B. das Verhä
Mischungsgewichte von Sauerstoff und Wasserstoff =
Verhältnifs der Dichtigkeiten von Sauerstoffgas und
stoffgas nahe 15 : 1 ist. Jene Folgerung ist indefs ga
lässig. Die Dichtigkeit der Gasarten ist nämlich eine
der specifischen Anziehung ihrer Molecülen gegen ein
zum Wärmestoffe, welcher letzterer eben hierdurch z
gung des veränderten Aggregatzustandes verwandt un
zugleich latent wird. Die specifische Wärme der Gas
gegen ist die thermoskopisch wirkende, welche in eine
benen Raume die Elasticität der Gasarten durch ihre
gegen die Theilchen der letzteren bedingt, und da die
nen gegebenen Raum zur Erzeugung gleicher Elasticit
seyn mufs, zugleich aber nach der Dichtigkeit der ve
nen Körper gemessen wird, so mufs sie den specif. G
der Gasarten umgekehrt proportional seyn[1]. Ob auch di

---

1. Etwas ähnliches zeigen auch die respectiven Wärmec
fester Körper, obgleich ihre Dichtigkeit dieser letzteren nic
kehrt proportional ist. Nach Dulong und Petit geben nä

s Resultat geben, ist zwar durch Versuche noch nicht
ausgemittelt, allein es sind allerdings gewichtige
erfür vorhanden, und die Sache verdient daher auf
e der Erfahrung erst noch genauer untersucht zu

erhältnifs der Dichtigkeit, Elasticität und Wärme-
r Gase ist von keinem Physiker so lichtvoll und be-
estellt, als von Poisson, dessen kurze Abhandlung
n verschiedenen Zeitschriften findet [2], dennoch aber
tigkeit halber hier nicht übergangen werden kann,
ne ausführlichere Mittheilung verdient. Poisson
Untersuchungen zugleich auf das Verhalten der
, und in dieser Beziehung ist schon im Art. *Dampf*
n, dafs die erhaltenen Resultate mit den Ergebnis-
ahrung nicht vollkommen übereinstimmen, wie je-
selbst auch in einem Nachtrage [3] bemerkt. Die Ur-
n liegt hauptsächlich darin, dafs Poisson das Ver-
Dämpfe und Gasarten als durchaus identisch ansieht,
chiedene Physiker diese nämliche Ansicht jetzt um
hegen geneigt sind, als die bisher angenommene
der Elasticität bei den Gasarten nach Faraday's
ustatthaft ist, so mufs ich auch hier auf den schon
ampf nachgewiesenen Unterschied aufmerksam ma-
nämlich die Elasticität der Gasarten dem äufseren
unveränderter Temperatur proportional ist, bei den
r nicht, in welchem Gesetze allein schon ein ge-
und ihres Unterschiedes liegt. Poisson's theoreti-
tungen passen daher directe und zunächst nur auf
, wie die nachfolgende Untersuchung ergeben wird,

Wärmecapacitäten verschiedener Körper in ihre Ato-
eine constante Gröfse. Heifst also die Wärmecapaci-
Atomengewicht = a, so ist a w = C und in sofern diese
fse als die nach irgend einer Thermometerscale gemes-
tur angesehen werden kann, so wäre a w = T also $w = \frac{T}{a}$
ifische Wärme ist den Atomengewichten umgekehrt pro-

npf. Th. II. S. 292.
le Chem. et Ph. XXIII. 337. daraus in G. LXXVI. 269.
. S. 407.

welche die Gesetze ihres Verhaltens im Sinne der La
SCHEN Theorie enthält.

Ist die Dichtigkeit einer Gasart $= \varrho$, ihre Temper
C. $= \vartheta$, ihre Elasticität $=$ p, so ist

$$p = a\varrho(1+\alpha\vartheta) \quad \ldots \quad (1)$$

worin a für jede Gasart besonders bestimmt werden mu
nach GAY-LUSSAC für alle $= 0{,}00375$ für 1° C. ist.
gegebenen Gewichte einer Gasart läfst sich zwar nicht
lute Menge der enthaltenen Wärme berechnen, wohl
Zunahme, welche dieselbe über die bei einem gegebene
und einer gleichfalls gegebenen Temperatur erhält,
diese eine Function des Druckes und der Dichtigkeit s
wenn die Zunahme durch q bezeichnet wird, so ist q =
Wenn man ferner zuerst die Elasticität $=$ p constant
die Gasart mit Beibehaltung ihrer Elasticität sich ausde
dann aber ihre Dichtigkeit constant setzt, also ihre
durch Wärme vermehrt, so ist für diese beiden Fälle

$$\frac{d\varrho}{d\vartheta} = -\frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta} \text{ und } \frac{dp}{d\vartheta} = \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta}.$$

Es mufs aber, wie schon oben gezeigt ist, die specifisc
eine andere seyn, wenn bei vermehrter Temperatur
sticität dieselbe bleibt, mithin ihre Molecülen weiter
der abstehen, als wenn bei vermehrter Temperatur d
stand unverändert bleibt oder bei constantem Volume
nun jene c, diese c', so ist

$$c = -\frac{dq}{d\varrho}\cdot\frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta} \text{ und } c' = \frac{dq}{d\varrho}\cdot\frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta}.$$

Setzt man beider Verhältnifs oder $\frac{c}{c'} = k$, so läfst si
men, dafs

$$\varrho\,\frac{dq}{d\varrho} + k\,p\,\frac{dq}{dp} = 0 \quad \ldots \quad (3)$$

das heifst: da die Dichtigkeit der Luft bei vermehrte
und gleichbleibendem Drucke um so viel abnimmt,
Elasticität bei gleichbleibendem Volumen wächst, letzt
mit dem Verhältnisse ihrer respectiven Wärmecapacit
tiplicirt, so müssen beide Gröfsen einander aufheben.
mufs c gröfser seyn als c', also letztere $= 1$ gesetzt die
übertreffen, weil mehr Wärme erfordert wird, um in d
dehnteren Gasart die Molecülen durch ihre Repulsion von

ren, als in dichterer, insofern der gröfsere Raum schon ärme fafst, gleiche Temperatur vorausgesetzt. Die bst aber kann nur durch die Erfahrung gegeben wer- wird von La Place[1] in Gemäfsheit der durch Gay- nd Welter angestellten Versuche $= 1{,}3750$ gesetzt. setzt dann voraus, dafs k von p und ϱ unabhängig dafs eine gleichmäfsige Vermehrung der vorhandenen enge, diese als Einheit angenommen, erfordert werde, ätzlich zu einem gegebenen gröfseren Volumen ausge- lafs Luft bei gleicher Temperatur zu erhalten, von ursprünglichen Elasticität man auch ausgehen mag. aussetzung ist wohl ohne Zweifel richtig, weil der welchen die hinzukommende Wärme erfüllen mufs, gleich grofs angenommen wird; ob aber diese Gröfse sey, also jederzeit 0,375 der gegebenen Temperatur werde, dieses ist unter andern aus denjenigen Grün- zweifelhaft, welche ich oben bei der Untersuchung der r der Erdatmosphäre in ungleichen Höhen[2] beigebracht isson findet indefs unter dieser Voraussetzung durch der letzten Formel

$$k = f\left(\frac{p^{\frac{1}{k}}}{\varrho}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

ne willkürliche Function bezeichnet. Dann ist ferner

$\varrho^k \varphi q$; und aus (1); $1 + \alpha\theta = \frac{1}{a} \varrho^{k-1} \varphi q$.

ine andere Function bezeichnet. Für andere Werthe ist dann

$p' = \varrho'^k \varphi q$ und $1 + \alpha\theta' = \frac{1}{a} \varrho'^{k-1} \varphi q$.

n vier letzten Gleichungen, je zwei zusammengenom-

d $\frac{1}{\alpha} = 266°{,}67$ gesetzt, erhält man

$$\left.\begin{aligned} p' &= p\left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^k \\ \theta' &= (266°{,}67 + \theta)\left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k-1} - 266°{,}67 \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

—

c. Cél. V. Liv. XII. a. a. O.
Th. III. S. 1048. ff.

die erste dieser beiden Formeln eröffnet eine eigen
schiedene Ansicht des oben erläuterten Boyle'sc
Würde nämlich Luft von gegebener Dichtigkeit =
zukommenden Elasticität = p auf die doppelte D
zusammengedrückt, so würde auch $p' = 2p$ wer
aber Wärme entweichen, und p' könnte erst diese
Werth erhalten, wenn die für die anfänglichen G
beobachtete Temperatur wieder hergestellt wäre.
die durch Verminderung des Volumens frei wer
könnte sich nicht zerstreuen, dann würde die Ela
die Hälfte des Volumens zusammengedrückten
obenstehenden ersten Formel, wenn $\varrho' = 2\varrho$ und
setzt wird, $p' = 2{,}593$ werden. Die hiernach en
fsere Elasticität ist demnach als eine Wirkung er
peratur oder des durch Verminderung des Volum
ten Wärmestoffes anzusehen. Dürfte man nun an
diese höhere Elasticität durch vermehrte Wärme
und liefse sich die zu dieser erhöheten Elasticitä
Wärme aus der Formel $2 : 2{,}593 = 1 : +t\ 0$,
so würde man 79° C. erhalten, und um so viel m
Wärme durch die schnelle und ohne Wärmeverlu
Compression bis zur doppelten Dichtigkeit vermehrt
hiernach also vorausgesetzte Erhöhung der Tempe
gleiche Weise auch nach der zweiten oben mitgeth
gefunden werden. Wird in dieser $\theta = 0$ und ϱ'
so ist

$$\theta' = 266°{,}67 \times 2^{0{,}375} - 366°{,}67 = 79$$

wie oben. Würde die hiernach auf das Doppelte
keit zusammengepreſste Luft eben so schnell wiede
fachen Dichtigkeit expandirt, so würden die 79° C
seyn, um den vermehrten Raum zu erfüllen, und
ratur würde wieder auf das frühere 0° C. herabgehe
che schnell wechselnde Verdichtung und Verdünnun
nach La Place bei der Fortpflanzung der Schallwell
selbe statt finden, und hieraus die Gröfse des in einer g
durchlaufenen Raumes erklärbar seyn[1]. Poisson b
ner, dafs bei einer Temperatur von 0° C. durch eine Co
Luft auf das Fünffache ihrer Dichtigkeit 221° C. Wa

1 Vgl. *Schall, Fortpflanzung desselben.*

en, und hält dieses für hinreichend, um Schwamm zu
, worauf die Wirkung des Tachopyrion gegründet
in eine fünffache Verdichtung wird zur Hervorbrin-
r Entzündung des Schwammes schwerlich genügen,
die hierdurch freiwerdende Wärme von 221° C. hierzu
eicht, theils weil ein Theil derselben von den Umge-
sorbirt wird. Eine zehnfache Compression dagegen
0° C. eine Vermehrung der Wärme von 365°,7 C. ge-
kann mit vollem Rechte als genügend zur Schwamm-
g angesehen werden [2]. Dabei ist jedoch wohl zu be-
en, dafs in den beiden angegebenen Beispielen Luft
Temperatur angenommen, also $\theta = 0$ gesetzt wurde;
aber andere Werthe nach der obigen zweiten Formel,
eichfalls eine Gröfse hat, und zwar gröfsere, wenn es
kleinere, wenn es negativ ist. So würde man in
Beispielen für eine doppelte und eine zehnfache Ver-
wenn man von einer Temperatur = 15° C. ausginge,
5° C. gesetzt, statt 79°,16 und 365°,7 vielmehr 98°,61
8 erhalten. Soll daher der Werth von k durch Ver-
ier bestimmt werden, wozu das von Prechtl ange-
fahren [3] vorzugsweise geeignet scheint, so ist auch
tand sehr zu berücksichtigen. Endlich bleibt noch
i beantworten, ob der Werth von k für alle Gasarten
e ist. Aus den oben erwähnten Versuchen von
scheint dieses allerdings zu folgen, jedoch kann eine
gende Beantwortung nur durch wiederholte genaue
halten werden.

vorx hat gezeigt, wie sich das Verhältnifs zwischen
keit, Elasticität und Wärme der Gasarten bestimmen
i er ähnliche Resultate findet als Poisson, in der
handlung des Gegenstandes aber etwas abweicht [4].
schwierige Darstellung der Sache ist im Wesent-

Feuerzeug, pneumatisches.

den durch Frankenheim in Zeitschrift für Physik und
mitgetheilten Formeln, welche im Art. *Wärme* näher be-
verden sollen, ist die entbundene Wärme ungleich ge-
oll die Entzündung des Schwammes aus der Absorption
Luft durch den Schwamm erklärlich seyn.

XVI. 249.

. Mag. LXVI. 1. ff. Vgl. *Erde* Th. III. S. 1056.

lichen folgende. Wenn p und ϱ die Elasticität und Di der Luft, τ, ϑ, ι die ursprüngliche, eine hinzu- o weggekommene und die durch Verdickung oder Ver ausgeschiedene oder absorbirte Wärme bezeichnen (als $t = \tau \pm \vartheta \pm \iota$) so ist $\varrho = \varphi\left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\alpha\tau}\right)$

$$p = \varphi\left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\alpha\tau}\right) \times \frac{1+\alpha\tau+}{1+\alpha}$$

worin α den Coefficienten der Ausdehnung der Luft durc bezeichnet. Dafs diese beiden Functionen von ein hängig sind, bemerkt Ivory zwar nicht, allein es ist bekannt. Um diese Functionen zu bestimmen, benut die schon erwähnten Versuche von Gay-Lüssac und nebst den früheren von Clément und Desormes, einen Ballon mit Luft von geringerer Dichtigkeit a gröfserer Dichtigkeit strömen liefsen, und dabei den der Dichtigkeiten, Elasticitäten und Temperaturen Die Aufgabe specieller betrachtet wurden 1. diese G den anfänglichen Zustand $= p$; ϱ; $\tau + \vartheta$ bemerkt, da Quantität Luft exantlirt, und hierfür $p - \delta p$; $\varrho - \delta\varrho$; gefunden, dann 3. eine Quantität Luft hineingelassen ursprüngliche Elasticität wieder hergestellt war, w p; $\varrho - \delta\varrho + \delta'\varrho$; $\tau + \iota + \vartheta + \delta'\iota$ gefunden wurd $\delta'\varrho$ und $\delta'\iota$ die Vermehrung der Dichtigkeit und die hie gewordene Wärme bezeichnen. Als darauf $\delta'\iota$ sich hatte, erhielt man 4. die Werthe $p - \delta' p$; $\varrho -$ $\tau + \iota + \vartheta$. Für diese Zustände unter 1, 2 und 4 w

$$\frac{\delta p}{p} = \frac{\delta\varrho}{\varrho} \; ; \; \frac{\delta' p}{p} = \frac{\delta\varrho - \delta'\varrho}{\varrho}$$

also

$$\frac{\delta' p}{p} = \frac{\delta\varrho - \delta'\varrho}{\delta\varrho} = \frac{h - h''}{h - h'}$$

wenn h; h'; h'' die Barometerhöhen bezeichnen, w $p - \delta p$; $p - \delta' p$ gehören. Wird dann $\frac{h - h''}{h - h'} = e$ g erhält man $\delta\varrho - \delta'\varrho = e.\delta\varrho$. Indem aber im erste ten Versuche die Elasticitäten gleich waren, so kann

$$\frac{\delta\varrho - \delta'\varrho}{\varrho} = \frac{e.\delta'\varrho}{\varrho} = \frac{\alpha\delta'\iota}{\iota + \alpha\tau + \alpha\iota + \alpha}$$

welches integrirt

$$\varrho^0 = C\,(1+\alpha\tau+\alpha\iota+\alpha\vartheta)$$

dem aber für $\iota = 0$ auch $\varrho = 1$ wird, so ist

$$\varrho^0 = \frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota+\alpha\vartheta}{1+\alpha\tau+\alpha\vartheta}.$$

und Desormes erhielten in einem Versuche $h - h''$ 361; $h - h' = 0^m,01021$ also $e = 0{,}3535$; Gay- nd Welter fanden $e = 0{,}37244$. Ob diese Resultate n genau sind, ist eine schon oben aufgeworfene Frage Wichtigkeit für die Theorie der expansibelen Flüs- So viel ist gewifs, dafs die französischen Physiker e daran haben, diesen Werth nicht zu klein zu fin- hierauf die Haltbarkeit von La Place's Theorie über anzung des Schalles durch die Luft beruhet, und findet ihn wirklich etwas kleiner, als er hier ange- wie dieses aus den erhaltenen Resultaten folgt [2]. t, man würde sich von der Wahrheit nicht merklich wenn man $e = \frac{1}{3}$ setzte, woraus dann

$$\varrho = \left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\alpha\tau}\right)^3$$

$$p = \left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\alpha\tau}\right)^3 \times \frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota+\alpha\vartheta}{1+\alpha\tau},$$

gesetzt,

$$p = \left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\varphi\tau}\right)^4 = \varrho^{\frac{4}{3}}$$

e, welchen letzteren Werth Poisson früher gleich- n hat [3]. Heifst dann V' das als Einheit angenom- ngliche Volumen der Luft für eine Dichtigkeit $= 1$ Volumen für eine Dichtigkeit $= \varrho$, so ist

$$\varrho = \frac{V'}{V}$$

ubstituirt

$$\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota}{1+\alpha\tau} = \left(\frac{V'}{V}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\frac{1+\alpha\tau+\alpha\iota+\alpha\vartheta}{1+\alpha\tau} = \frac{V}{V'}\cdot p$$

.

h. III. S. 1051.

ss. de Tems. 1826.

Die erste Gleichung ist sehr wichtig, in
bundene oder freiwerdende Wärme be
Drucke dem einfachen Abstande der pon
proportional ist, welches Newton's ober
bestätigen würde; die zweite Gleichung
bleibendem Drucke das Volumen den
portional ist, und giebt also eine Bestä
ton und Gay-Lüssac aufgefundenen G

Endlich lassen sich hier noch diej
anknüpfen, welche Henry Meikle üb
Wärme, Dichtigkeit und Expansion der
und worin die so eben mitgetheilten A
Poisson und Ivory berücksichtigt wer
tigste Folgerung, welche Meikle aus
erhält, verdient es angesehen zu werden
hältnisse der specifischen Wärme der Gas
chen Volumen zu der unter gleichem
=3: 4 annimmt, die Repulsion ihrer A
Abstandes umgekehrt proportional seyn s
nommene Repulsion jener Elemente, welc
hältnisse ihres Abstandes umgekehrt prop
det er unstatthaft, dagegen die von ihm
begründet, dafs er daraus einen Beweis
fundnne Verhältnifs der Wärme herleitet,
nach Gay-Lüssac und Welter angen
sehr nahe kommt [3].

Aus den sämmtlichen hier mitgetheilte
das Wesen und die Eigenschaften der
dafs La Place's Theorie, welche zugleic
der festen, sowohl als auch der flüssigen
sten erklärt, vorzugsweise geeignet ist,
der Gasarten unter allgemeine Gesetze
forschenden Verstande anschaulich darzu

---

1 Die Abhandlung Ivory's findet man auc
rungen von Druckfehlern in Férussac Bullet.
chim. 1826. Nr. 4. p. 238.

2 S. Edinb. New Phil. Journ. Nr. 2. p. 8

3 S. Ebend. Nr. 4. p. 391.

iker sind auch derselben seitdem beigetreten[1], und sie ver- t allerdings so lange beibehalten zu werden, bis sich Er- nungen zeigen, welche derselben widersprechen, oder bis alle bekannte Thatsachen consequenter und genügender er- ade Hypothese aufgefunden wird. Indefs ist dabei noch Fol- es zu berücksichtigen:

l. La Place legt den wägbaren Atomen der Gasarten an- ode und abstofsende, in unmefsbar geringe Fernen wir- , also *Flächenkräfte* bei[2]. Anziehende Kräfte dieser üssen wohl angenommen werden, denn die Gasarten ge- den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit und der Festig- er, in welchen beiden Aggregatformen der Körper die amkeit einer anziehenden Kraft nicht zu verkennen ist, lgt mit einem hohen Grade der Nothwendigkeit aus be- n Naturerscheinungen, dafs die Wirksamkeit dieser in mefsbarer Entfernung verschwinden mufs. Ganz et- deres ist es aber mit den abstofsenden Flächenkräften. hen davon, dafs keine Naturerscheinung dieselben noth- fordert, sobald man der Wärme eine eigenthümliche onskraft beilegt, würde es schwer seyn, ein solches ge- ges Verhältnifs beider widerstreitenden Kräfte aufzufin- ls zur Erklärung des bekannten Verhaltens der Körper adig seyn würde. Wenn aber die Molecülen der Gasar- Repulsionskraft besitzen, so läfst sich fragen, warum nicht auch gegen die Wärme äufsern? Dieses anzu- hat einige Schwierigkeit, in so fern bei einem Uebergе- ieser abstofsenden Kraft gegen die ihr entgegengesetzte de alle Wärme den Erdball allmälig verlassen müfste. t mir daher ungleich einfacher, den Atomen der wäg- rper blofs Anziehungsflächenkraft (neben der Newton'- assenanziehung) beizulegen, welche sie sowohl unter uch gegen die Wärme äufsern, und wobei dann aus ischen Intensität beider und der Spannung der Wärme, ihrer vorhandenen absoluten Menge, der verschiedene

---

[1] Theorie, welche Herapath über Wärme und Gasarten in ill. New Ser. Nr. I., II., III. und IV. p. 197 aufgestellt hat, ich, weil sie zu sehr gekünstelt und zu wenig befriedi-

[2] *Flächenkraft.*

Aggregatzustand der Körper erklärlich würde. Das gesamm
Verhalten der Gasarten und der Dämpfe bis auf seine verschi
densten Modificationen herab, ist aus dieser Hypothese ein
anziehenden Flächenkraft der Molecülen ihrer ponderabeln
Grundlagen gegen einander und gegen die Wärme, und ein
dieser entgegenwirkenden repulsiven Flächenkraft der letzte
unter sich so leicht und vollständig erklärbar, dafs man di
mit Recht als eine bedeutende Stütze der ganzen Hypothese
sehen kann.

2. Soll übrigens die Hypothese vollkommen deutlich
verständlich seyn, so fordert sie zugleich eine nähere Ent
dung über das Wesen der Wärme, welche von LA PLACE
neswegs vollständig gegeben ist, ja es wird nicht einmal
drücklich bestimmt, ob die Wärme eine blofse Kraft sey
ihr eine materielle Basis zum Grunde liege, obgleich dieses
tere aus der gesammten Darstellung mit ziemlicher Ge
gefolgert werden darf. Inzwischen kann man bei der U
chung der Gasarten und ihres Verhaltens nicht sowohl die
den über das Wesen der Wärme aufgestellten Principien
ren, als vielmehr letzteres aus jenem zu ergründen oder
zu bestimmen sich bestreben [1].

II. Chemische Natur der Gase.

Dafs die Gase als Verbindungen der Wärme mit w
Stoffen zu betrachten sind, ist bereits oben abgehandelt
Deshalb kann hier nur von den in den Gasarten vorko
wägbaren Stoffen die Rede seyn.

I. Die wägbaren Stoffe, welche sich als Gase d
sind 24, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff,
Kohlenoxyd, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff im Mini
im Maximum, Phosphorwasserstoff, schweflige Säure, Hy
säure, Selenoxyd, Hydroselensäure, Hydriodsäure, Hy
säure, Chloroxydul, Chloroxyd, Salzsäure, Fluorboron,

1 Da wir bei der Auffindung der Naturgesetze hauptsäch
Einfachheit bedacht seyn müssen, so habe ich versucht, auch
kungen der Wärme auf blofse Anziehung zurückzuführen,
also liquide und gasförmige Körper als in mehr oder weniger
aufgelöset anzusehen wären, allein bis jetzt habe ich hier
keine haltbare Hypothese auffinden können.

dul, Stickoxyd, Ammoniak, Cyan, Fluorsilicium, Arsenik-
serstoff.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich: 1. Mehrere unzerlegte
fe haben Gasgestalt. 2. Alle zusammengesetzte Stoffe, wel-
Gasgestalt haben, enthalten wenigstens einen von diesen
örmigen unzerlegten Stoffen; es ist keine Verbindung von
nicht gasförmigen Stoffen bekannt, welche sich als Gas
ellt; wir müssen also den Sauerstoff, der sich im Kohlen-
l, der Kohlensäure, u. s. w. vorfindet, den Wasserstoff
Hydrothionsäure, Hydriodsäure u. s w. als die Ursachen
en, dafs auch diese Verbindungen noch Gasgestalt besitzen.
eich daher das Fluor nicht für sich bekannt ist, so kann
doch aus dem Umstande, dafs das Fluorsilicium Gasgestalt
t, schliefsen, dafs das Fluor für sich ebenfalls dieselbe
e. 3. Nach den Versuchen von FARADAY sind Sauerstoff-
Wasserstoffgas und Stickgas nicht durch verstärkten äufsern
und Kälte zu verdichten, dagegen viele ihrer Verbindun-
wie Kohlensäure, Hydrothionsäure, Cyan u. s. w. Die
hen Stoffe haben also noch mehr Streben zur Gasform,
jenigen ihrer Verbindungen, welche sich unter den ge-
ichen Umständen ebenfalls gasförmig zeigen. 4. Es giebt
Verbindung von mehr als zwei Stoffen welche ein Gas zu
im Stande, wäre. Selbst das Cyangas wird durch das
reten des so elastischen Wasserstoffs in eine Verbindung,
ausäure, verwandelt, welche unter den gewöhnlichen Um-
r eine tropfbare Flüssigkeit darstellt.

us allen diesen Betrachtungen ergiebt sich deutlich, dafs
ngenannten einfachen Stoffe, wie Sauerstoff, Wasser-
s. w. am meisten Affinität gegen die Wärme, und also
ste Bestreben haben, damit ein Gas zu bilden, und dafs
Affinität derselben gegen Wärme in dem Verhältnisse
, als diese gasförmigen einfachen Stoffe sich entweder
nander oder mit andern Stoffen verbinden, und damit
Affinitäten befriedigt werden.

Je nach der Beschaffenheit des in den verschiedenen
nthaltenen wägbaren Stoffes zeigen dieselben verschie-
mische Verhältnisse, nach welchen sie auf verschiedene
eingetheilt werden können.

Je nachdem die Gase in Hinsicht des Verbrennungsac-
verschiedenes Verhalten zeigen, kann man sie eintheilen

a. in *Zündende*, wie Sauerstoffgas und Chlorgas; b. in *Ve*
brennliche, wie Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlenw
serstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, hydrothionsaures Gas,
droselensaures Gas, Ammoniakgas, Arsenikwasserstoffgas;
c. in solche, welche auf keine von beiden Weisen zur Verb
nung beitragen können, wohin die übrigen gehören, die
dann noch in saure und nicht saure eintheilen lassen.

2. Auch nach der Athembarkeit sind die Gase in vers
dene Classen getheilt worden. Streng genommen ist die a
spärische Luft das einzige athembare Gas, d. h. ein solches, we
auch bei anhaltendem Gebrauche dem Körper nicht nachth
wird. Jedoch auch das reine Sauerstoffgas, welches bei l
rem Gebrauche eine zu rasche Oxydation des Blutes bew
möchte, aber bei kürzerem sehr gut ertragen wird, pfleg
zu den athembaren Gasen zu rechnen.

Alle übrige Gase sind irrespirabel oder mephitisch, d. h
wirken bei fortgesetzten Einathmen schädlich. Diese schä
Wirkung ist entweder blofs eine *negative*, oder zugleich
positive. Da zum Bestehen des Lebens nöthig ist, daſs
ununterbrochen ein solches Gasgemenge in die Lunge g
welches Sauerstoffgas enthält, sofern blofs dieses Gas die
wandlung des venösen Bluts in arterielles zu bewirken v
so mufs das Einathmen eines jeden fremden Gases negativ
lich wirken, weil, so lange dieses eingeathmet wird, kein
stoffgas in die Lunge gelangt. Als Gase, welche blofs i
ser Beziehung schädlich wirken und erst bei wiederholte
athmen dieselben Beschwerden veranlassen, wie wenn d
men während dieser Zeit völlig unterbrochen gewesen
sind das Stickgas und das reine Wasserstoffgas zu ben
Beimengung von Sauerstoffgas hebt ihre negativ schädlich
kung auf. Die meisten übrigen Gase zeigen jedoch neben ihr
gativ schädlichen Wirkung zugleich eine positiv sch
Letztere ist von doppelter Art. Die in die Lunge gela
Gase werden nämlich theils vom Blute absorbirt, und b
in diesem solche chemische Veränderungen hervor, daſs d
noch weniger geschickt ist, die Lebensverrichtungen zu
halten als das reine venöse Blut, und daſs dasselbe dann d
bensverrichtungen stört, wie z. B. die Hydrothionsaure
Nervensystem narkotisch afficirt. Gewisse Gase, nämlich
Chlorgas und die sauren Gase bewirken aufserdem durch

tigen Reiz beim Einathmen einen gewaltsamen krampfhaften
tand in den Luftzellen der Lungen und in dem ganzen Ath-
ngsapparate, wodurch nicht blofs das Athmen unterbrochen,
dern auch der Blutlauf durch die Lungen unterdrückt, und
asphyktischer Zustand augenblicklich hervorgerufen wird.
ie Gase werden bisweilen als irrespirabele im engern Sinne
rschieden, weil der durch sie hervorgebrachte Krampf ihr
thmen wirklich hindert.

III. Nach der atomistischen Ansicht sind in den Gasen die
ihnen Atome der wägbaren Stoffe mit einer Wärmesphäre
eben [1]. Nimmt man an, dafs diese Wärmesphären bei den
chiedenen Gasen gleich grofs seyen, so würde hieraus fol-
dafs ein Mafs des einen Gases gerade so viel Wärmesphä-
nd also auch Atome enthalten müsse, wie ein gleiches
irgend eines andern, und also, dafs sich das specifische
icht der Gase gerade so verhalte, wie das Gewicht der
enthaltenen Atome. Allein dafs diese Annahme nicht
nein gültig sey, ergiebt sich aus folgender Betrachtung:
1 Mafs Chlorgas und 1 Mafs Wasserstoffgas entspringen
ifs salzsaures Gas. Nehmen wir nach Obigem an, das
ifs Chlorgas habe x Atome Chlor enthalten und das 1
Wasserstoffgas x Atome Wasserstoff, so mufsten aus
l Vereinigung x Atome Salzsäure entstehen, und diese
n als Gas nicht mehr Raum einnehmen dürfen, als x
e Chlor oder Wasserstoff, kurz nach obiger Annahme
nur 1 Mafs salzsaures Gas entstehen müssen. Wiewohl
ach diese Annahme in Bezug auf diejenigen Gase widerlegt
eren wägbare Basis zusammengesetzt ist, so wird sie doch
vielen ausgezeichneten Chemikern noch in Bezug auf die
hen Gasarten festgehalten, und es wird hiernach angenom-
dafs in 1 Mafs Sauerstoffgas eine genau eben so grofse
l Atome enthalten sey, wie in 1 Mafs Wasserstoffgas,
as oder Chlorgas, und dafs das specifische Gewicht des
stoffgases sich zu dem des Wasserstoffgases verhalte wie das
ht eines Atoms Sauerstoff zum Gewichte eines Atoms Was-
F u. s. w. Andere Chemiker nehmen an, dafs auch bei
asarten, deren wägbare Basis unzerlegt ist, eine Verschie-
it in der Gröfse der Wärmesphäre vorkommt; dafs na-

[1] Vergl. oben: Wesen der Gasform u. a. a. O.

mentlich die des Sauerstoffgases noch einmal
die des Wasserstoff-, Stick- und Chlorgases,
Gas bei gleichem Volumen noch einmal so vi
als die letzteren 3 Gase. Keine von diesen A
bis jetzt mit Bestimmtheit erweisen. Wenn a
für die letztere Ansicht mehrere Umstände spr
dafs hiernach die Zahlen, nach welchen man
dafs sich die Atome der verschiedenen Stoffe
cher ausfallen, so spricht für die erstere Ans
dafs nach allen bisherigen Versuchen Sauerstof
stoffgas bei gleichem Umfange eine gleiche W
ben; da sich nun zugleich zu ergeben scheint
sche Wärme der einfachen Stoffe in einem
hältnisse zu ihrem Atomgewicht steht, also in
der Zahl der Atome, welche bei gleichem G
gegeben ist, so wäre hieraus zu folgern, da
stoffgas gerade dieselbe Zahl von Atomen ent
ein gleiches Mafs Wasserstoffgas. Das Weite
bei *Verwandtschaft*.

Gasbeleuchtung.

Dieser Gegenstand, welcher in seinem ga
Technologie angehört, kann hier nur in sei
Elementen erörtert werden. Wer eine völlig er
nifs der Sache verlangt, der mufs die zahlre
schienenen gröfseren und kleineren Werke zu

---

1 Ueber diesen Gegenstand sind so aufserc
handlungen erschienen, dafs es nicht blofs nutzlo
müdend seyn würde, sie vollständig mitzutheilen.
von liegt darin, dafs bei einer technisch so sehr
benen Sache eine Menge Menschen sich bestrebe
wirkliche oder vermeintliche Verbesserung ein Pat
begnüge mich daher, nur die Hauptwerke und
einzelne Abhandlungen namhaft zu machen. Dah
handlung von Henry in Phil. Trans. 1808. I. Nr.
sche Abhandlung über das Gaslicht. Uebers. vo
mar 1816. 8. Andere Uebers. Berlin 1816. 8. P
zweckmäfsigen Einrichtung der Apparate zur Bel
kohlengas. Wien 1817. 8. T. S. Peckston the T
of Gas-Lighting etc. With 14 appropriate Pla

Schon Becher[1] unterwarf vor 1682 in Holland den Torf
d in England die Steinkohlen einer trocknen Destillation, und
hielt daraus Theer nebst viele Hitze gebenden und zugleich
t brennenden Kohlen. Die Versuche mit Steinkohlen stellte
zum Theil in England in Gegenwart des bekannten Robert
yle an, und er erwähnt bei der Erzählung, dafs ein Schuh
hlen eine 10 F. lange Flamme gegeben habe, woraus wahr-
einlich wird, dafs er das zugleich gebildete Gas entzündet
ben mufs. Ohngefähr 30 Jahre später unterwarf Hales die
inkohlen gleichfalls einer trocknen Destillation, Clayton
r machte 1739 der Kön. Societät bekannt, dafs er durch ein
hes Verfahren eine wässerige Flüssigkeit, ein schwarzes Oel
l ein Gas erhalten habe, welches er in Blasen auffing und
n Vergnügen entzündete. Eben diese Producte erhielt der
chof von Llandlaff 1767, und fand noch aufserdem, dafs
daſs Gafs durch Wasser steigen lassen, und beim Austritt aus
Mündungen langer Röhren entzünden könne. Bei den spä-
n Fortschritten der Chemie untersuchte man die durch diesen
ceſs der trockenen Destillation der Combustibilien erhal-
Producte genauer, eine technische Benutzung des gewon-
en Gases geschah aber zuerst durch Murdoch im Jahre 1792,
m er die Helligkeit der Flamme beachtete, womit das aus

---

mer in J. de Ph. XC. 150. Bulletin de la Soc. d'Encouragement,
l. Juli über Taylor's Oelgasapparat. Diese sämmtlichen und noch
re Quellen sind benutzt in dem umfassendsten Werke von allen,
lich: Vollständiges Handbuch der Gasbeleuchtungskunst. Nach
neuesten Erfahrungen und Erfindungen bearbeitet von C. W. Ta-
2. Bde. mit 18 Steindrucktafeln. Frankf. a. M. 1822. 8. Die-
gehaltreichen Werke bin ich vorzüglich gefolgt. Eine hauptsäch-
Quelle ist noch W. Congreve Reports on Gas-Light-Establish-
ts. Ordered to be printed by the House of Commons. Lond.
. Beiträge zur Gewerbe- und Handelskunde. Von H. Weber. Th.
. 514. Berlin 1825. Th. II. S. 425. Ebend. 1826. Th. III. S.
Ebend. 1827. Sonstige Abhandlungen sind besonders angegeben.
ist mir indefs das Glück zu Theil geworden, durch besondere Be-
stigung die grofse Anlage in Berlin genau in Augenschein zu neh-
, wobei ich mich überzeugt habe, dafs die dortigen Sachverstän-
n auf die meisten zahlreichen späteren Angaben von Verbesserun-
gar keine Rücksicht nehmen, weil sie das Versprochene nicht
ten.

1 J. J. Becher's närrische Weisheit und weise Narrheit. Frankfurt
. 12.

Steinkohlen, zugleich aber auch aus Torf, Holz, und anderen vege-
bilischen Substanzen durch trockne Destillation erhaltene Gas ver-
brannte, und vorschlug, dasselbe in Röhren fortzuleiten, und zu
Erleuchten zu verwenden. Es wurde dieses nicht blofs mit 7
langen Röhren, welche in verschiedene Mündungen endigten, a
geführt, sondern man machte auch sogleich tragbare Lampen
Schläuchen von verschiedenen Stoffen. Nach einiger Unter-
chung zeigte MURDOCH 1797 diese Beleuchtungsart in grö
Ausdehnung einer grofsen Menge von Zuschauern; fing im fol-
den Jahre an, die grofse Watt- und Boulton'sche Fabrik in
mingham auf diese Weise zu erleuchten, welches er auch nach
reren Abänderungen des Waschens und Reinigens der erhal
Gasart vollkommen zu Stande brachte [1]. Die Nachricht hie
bewog LAMPADIUS in Freiberg die Versuche zu wiederh
indem er nicht blofs das aus Steinkohlen erhaltene Gas zum
leuchten, sondern auch das aus Holz dargestellte zum R
der Erze zu benutzen vorschlug, und zugleich die hierbei
wonnene Holzsäure und das Theer als Nebenproducte zweck
fsig zu verwenden suchte.

Vorzüglich wurde die Aufmerksamkeit des Publicums
regt, als der Bürger LEBON 1799 das aus Holz gewonnen
zur Beleuchtung seines Hauses und Gartens benutzte, wo
1801 zu Stande kam, diese Spielerei für Geld sehen liefs,
weil er den Apparat zugleich zur Heizung und zur Erleuch
anwenden wollte, so nannte er ihn *Thermolampe* [2]. Von

1 Phil. Trans. 1808. I. Bibl. Brit. XLI. 68. G. XL
Vergl. XXII. 54.

2 Voigt Mag. III. 841. Franz. Ann. von Pfaff und Fri
1802. I. 47. Vergl. eine ähnliche Vorrichtung von WARREN in
of Arts and Manufact. Nro. 49. Bibl. Brit. XXXVI. 70. Von L
Thermolampe, einer blofsen physikalischen Belustigung, wor
sich ein brevet d'invention geben liefs findet man ausführliche
richt in einer Anmerkung von GILBERT in dessen Ann. X. 491.
bessert ist dieselbe, durch Dr. KRETSCHMAR, s. ebend. XIII. 49
kam indefs nicht in ökonomischen Gebrauch, so viel man sich
in Deutschland bemühete, die vermeintliche neue Erfindung
mäfsig hierfür einzurichten, und so vielfach sie auch ange
wurde, z. B durch J. B. WENZLER in seiner kleinen Schrift: Be
bung einer Thermolampe oder eines Leucht- und Sparofens, w
alle Zimmer im ganzen Hause heizen und beleuchten kann.
1802. 8. Die Ursachen hat gleichfalls GILBERT angegeben. S.
XXII. 51. In der Hauptsache erfordert nämlich die Verschied

it an wurde das Bestreben sehr allgemein, durch das Ver-
des Holzes nicht sowohl Leuchtgas, als vielmehr die
ch erzeugte Holzsäure zu gewinnen, welche im Wesent-
aus concentrirter Essigsäure mit empyrheumatischem Oele
einigt besteht, und durch diesen Process in grofser Menge
n wird. Die ganze Sache zerfiel also in zwei verschie-
weige. Von der einen Seite war man bemüht durch Ver-
g des Holzes in verschlossenen Behältern die Essigsäure
innen, welche entweder von ihrem höchst widerlich bit-
Geschmacke (zuerst durch MOLLERAT [1]) gereinigt und
trirt oder mit Wasser verdünnt zum pharmaceutischen
onomischen Gebrauche dient, oder zur Bildung von Sal-
leizucker, Grünspan, essigs. Thonerde u. s. w.) benutzt
ch verwandt wird [2], von der andern vervollkommnte man
winnung des Leuchtgases aus Steinkohlen und Oelen, um
zur Erleuchtung zu benutzen. Ersteres geschah an sehr
Orten sowohl auf dem Continente als auch in England,
ber als aufser dem Kreise der vorliegenden Untersuchung
ch hier nicht weiter berücksichtigt werden, in Letzterem
nd die Engländer aus leicht begreiflichen Ursachen allen
Nationen weit vorausgeeilt, und indem namentlich in
tschland diese Methode der Beleuchtung nur im Kleinen
n Städten, Fabrik und öffentlichen Häusern angewandt
sind sie es, welche gegenwärdig Anlagen dieser Art in ei-
Hauptstädten zur Ausführung bringen. In England bildeten
mlich hauptsächlich wegen der Menge und Güte der vor-
en Steinkohlen verschiedene gröfsere und kleinere Gesell-
zur Uebernahme der Strafsenbeleuchtung, welche in al-
fseren Städten dieses Landes gegenwärtig durch Gaslicht
it. Wiederholte Versuche dieser Gesellschaften, unter

---

rten oder Verkohlungsbehälter im Kleinen zu grofse Sorgfalt
e, ohne diese aber ist der Geruch der entweichenden Gasart
rträglich. Aufserdem ist die Destillation der Steinkohlen in
läumen schwierig, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird;
a aber Holz anwendet, so giebt die Flamme kein hinlängliches
o dafs ich nicht begreife, wie LEBON bei seinen weit und
eigten Versuchen so viel Helligkeit durch sein Holzgas her-
n konnte.

. Journ. de Phys. LXVII. 309.

'ergl. G. XXII. 82. XXX. 393.

denen die in London bestehende Westmins
ist, haben die Sache auf einen solchen Grad
gebracht, dafs 1819 in jener Stadt allein all
Gasflammen brannten. Im März 1823 aber
Berichte hierüber bekannt machte, bestan
aufser einigen nicht unter öffentlicher Contr
gesellschaften, vier öffentliche. Diese unt
ter, welche mit 917940 Cub. F. Gas aus
wurden, jährlich 33000 Chaldrons Kohle
hieraus 41000 Chaldrons Coaks und 397 M
lieferten, wovon 61203 Privatlichter und
genährt wurden [1]. Nur ein Fünftheil
wird wieder zur Erhaltung des Gases ver
tung des *Oelgases* war damals weit wenig
den Provinzialstädten eingeführt, denn in
täglich nur 6000 Cub. F. bereitet [2]. Die
Martineau angelegte Oelgasfabrication ist
don die vorzüglichste.

Das durch trockne Destillation der Cor
Gas ist ein verschiedenartiges Gemenge von
zeugendem –, Kohlenwasserstoff –, Schwe
schwefelhaltigen Steinkohlen) Wasserstoff
säure [3], bei welchem die Weifse und Leu
mit dem Antheil an ölerzeugendem Gase wi
Holz für sich und nebst dem durch die
gebildeten Theer zersetzt, giebt nur eine bl
tende Flamme, heller und weifser wird
Holze erhalten, so wie aus schwarzem T
ungleich besser aus Steinkohlen, insbeso
welche vor dem Löthrohre mit einer hellen
schönsten und das schon mit einer schönen

---

1 Ann. of Phil. V. 412. Nach Journ. de
1828. S. 258. betrug die Länge der damals i
Strafsen 215000 F. und die Zahl der öffentlichen
Weber's Gewerbe- und Handelskunde I. 514.

2 Congreve ebend. V. 424. Ueber die Ge
rungen der Gasbeleuchtung. S. Atkins in Reper
1826. Sept.

3 L. Gmelin Handb. d. theor. Chemie.
Henry bei G. XXII. 58.

n auf das Auge wirkenden Flamme brennende Steinkohlen-
weit übertreffend ist das sogenannte Oelgas, welches aus
ischen und vegetabilischen Fetten, in England namentlich
len schlechteren Sorten Thran, gewonnen wird. Zur leich-
Uebersicht werde ich zuerst die Bereitungs- und Reini-
smethoden dieser Gasarten angeben, dann die Aufbewah-
, Fortleitung und Verbrennung derselben beschreiben, und
zt etwas über die Leuchtkraft beider verglichen mit gewöhn-
m Kerzenlichte beifügen.

I. Gasbereitung und Reinigung.

Die Steinkohlen, woraus das Gas bereitet werden soll, werden
r in Stücke von etwa 0,25 Cub. Z. verkleinert, stark getrock-
nd dann in Lagen von 3 bis 4 Z. hoch in die schon erhitzte
noch heifse Retorte gebracht, worin sie während 4 bis 6
len durch Rothglühhitze die erforderliche Zersetzung erlei-

Fig. 156.

Bei weitem in den meisten Fällen sind die *Retorten* gufs-
ie Cylinder, 6 F. lang bei 10 Z. Durchmesser, jedoch ver-
t man sie auch, um die Kohlenschicht in der Mitte weniger
zu erhalten, von elliptischem Querschnitte, so dafs die
n Durchmesser 10 und 20 Z. betragen, oder unten flach
inem gebogenen Deckel. Es ist dann a ein Zapfen, worauf
Retorte ruhet, aufser welchem man die Retorte zuweilen
i einen Fufs von gebrannten Steinen zu unterstützen oder in
n eisernen Bande aufzuhängen pflegt, um das Biegen der-
n zu verhüten; cc ist ein nach Aufsen gebogener Deckel,
ier an einem hervorstehenden Knopfe vermittelst eines ei-
n Hakens gehandhabt, nach aufgetragenem Lutum (etwa
gesiebtem Lehm, gepülvertem Hammerschlag oder Ziegel-
und etwas Rindsblut) gegen die Oeffnung gelegt, durch
viermal gebogene, hinter den Rand der Retorte gelegte
mer yy festgehalten, und durch die Prefsschraube b ange-
t wird. Die Verschliefsung der Retorte ist aus leicht be-
ichen Gründen willkürlich, auf allen Fall aber mufs sie
i ein geeignetes Lutum für den erforderlichen Luftdruck
cht werden. An einem der beiden Enden der Retorte be-
sich das Gasrohr, auf dessen oberem Ende eine Platte d
racht ist, um auf dasselbe vermittelst einer ähnlichen Platte
nderes Rohr, nach gleichfalls zwischengelegtem Lutum,
schrauben.

Die eben beschriebenen cylindrischen R
Allgemeinen noch am meisten gebraucht, v
hin die von King angegebenen, grofsen, un
einem gewölbten Deckel versehenen, aus ge
che verfertigten, gleichfalls angewandt wur
Fig. 157. Fig. 158. hat man bei den ausgedehnten Gasapparaten muschelförmige Retorten aus Gufseisen oder sammengesetzt, worin sich ein drehbares R im Durchmesser haltend, dessen Sectoren die blech mit den zu destillirenden Steinkohle deren Construction aus der bloſsen Zeichn Ferner wendet man auch grofse rechtwinklich denen eigene Bleche mit Kohlen entweder au oder auf Unterlagen hingeschoben werden. che künstlichere Vorrichtungen haben indefs lichkeiten, und werden daher im Ganzen nur

Ein grofses Hindernifs ist das Verbrenne wirkte frühzeitige Abnutzen der Retorten, w Metallstärke selten länger als 6 Monate aush hat hiergegen allerlei Mittel vorgeschlagen, züge von feuerfestem Thon oder eine Glasur 1 Th. Eisenfeilicht und 1 Th. Borax nach wegen ungleicher Ausdehnung durch die Wär che Ueberzüge leicht Risse und fallen ab. We nen am leichtesten durch den freien Zutritt d Luft, zu der glühenden Oberfläche erfolgt, sen möglichst abzuhalten. Es werden dah Schürlöcher genau schliefsend und fest gemac bare Einwirkung des Feuers auf die Retort Fig. 159. beides durch eine zweckmäfsige Einrichtung Folgendes eine Uebersicht giebt. A ist de dem Zugloche zur Unterhaltung des Feuers, Brennmaterial, wovon die Flamme um die durch d d d d zieht der Rauch ab. Durch da das Brennmaterial erst auf der eisernen Platt dann auf den Rost geschoben, wobei indefs den Zug der erhitzten, welche in dem Canal nicht eindringen kann, während der Zug durc

1 Ann. of Phil. VI. 405.

den Rost das Feuer unterhält. Um die Retorten inwendig
iger abzunutzen und beim frischen Füllen nicht zu sehr er-
en zu lassen (einige Abkühlung bis zum Dunkelrothglühen
ür den Procefs der Destillation vortheilhaft) werden zuwei-
die Kohlen in Kasten liegend hineingeschoben. Die neue-
vorgeschlagenen Retorten, *Graftonian retorts* von ihrem
der genannt, sind von gebrannter Erde (*fire brick*), sollen
er halten als eiserne und auch eine stärkere Hitze aushalten
en, wodurch dann die Destillation vollständiger wird [1].
Die Retorten werden in einen hinlänglich ziehenden, mit
und Aschenheerd versehenen Windofen so gelegt, dafs sie
inem pafslichen Gewölbe aus vollkommen feuerfesten, hierzu
ds verfertigten gebrannten Steinen umgeben sind, damit
euer sie überall treffen und im Zustande des Hellrothglü-
erhalten kann. Hierin ist ihre Lage so, dafs die mit dem
el versehene Mündung nach vorn heraussteht, damit man
inzukommen, und die alten Kohlen herausnehmen, neue
en hineinbringen kann. Je nach der Localität befindet sich
das Schürloch entweder an der nämlichen Seite, oder bes-
der entgegengesetzten, wie eben gezeigt ist. In einen
fen kommen der cylindrischen oder ähnlichen Retorten
oder zwei neben einander oder meistens noch eine Dritte
webend in der Mitte über den beiden unteren, oder end-
an legt bei grofsen Anstalten drei in eine untere Reihe und
in den Zwischenräumen über denselben; in jedem Falle
Einrichtung aber so, dafs die von dem gewölbten oberen
des Ofens zurückstrahlende Hitze die von dem unter ih-
ennenden Feuer umspielten Retorten trifft. Die Hitze des
noch zu andern Zwecken zu benutzen hat man nicht vor-
ft gefunden, weil zur schnellen Gasentwickelung stets
rke Hitze auf die Retorten wirken mufs, um sie im Zu-
des Glühens zu erhalten, jedoch pflegt man einen kleinen
heizungsapparat mit dem Ofen in Verbindung zu bringen,
Winter die Cisternen mit den Gasometern gegen das Ein-
zu sichern. Aufserdem will Ibbetson es für die schnelle
chliche Gasbereitung vortheilhaft gefunden haben, wenn
asserdämpfe zu den Kohlen treten läfst [2].

Congreve in Ann. of Phil. V. 415.

3. London Journ. of arts 1825. I. p. 69. Dingler polyt. Journ.
1.

Wird das Gas aus Oel oder Thran u. s.
die Vorrichtungen übrigens gleich, aufser d
Retorten auf eine andere Weise geschieht, u
diese Fettigkeiten vorher erhitzt seyn, um
Wassergehalt aus ihnen zu entfernen. Auf
Fig. des bewerkstelligt wird, ergiebt sich aus der
160. die Retorte, B das Gefäfs zum Erhitzen d
Canal, worin Rauch und erhitzte Luft zu dies
e ein oben trichterförmiges und nach Art
Röhre gekrümmtes Einguſsrohr. Indefs werde
wenn sie in zu grofser Menge auf einmal in
men, nicht zersetzt, sondern mindestens zu
destillirt, und sammeln sich dann im Flüssigk
Vorlage. Sollen sie ohne unnöthig grofsen A
material vollständig zersetzt werden, so mi
Quantitäten mit der glühenden Oberfläche der
rung kommen und auf derselben herabfliefse
an der Stelle, wohin die Tropfen fallen, k
mige Kohle bildet, welche zur weiteren Ze
nügende Hitze mehr hergiebt. Dieses zu ver
die Fettigkeiten aus der Einflufsröhre auf ein
ches gegen den Horizont geneigt ist, und
auf ein anderes geneigtes, beide mit feinen
durch welche das Fett in kleinen Tröpfchen hera
dem wird das bereitete Gas noch durch ein gl
leitet, um die beigemischten Oeldämpfe voll
auch füllt man bei der Anwendung des Thra
Entbindungsretorte täglich einmal mit Coaks od
kohlen an, weil sonst die kirschrothe Glühhi
die am Boden gebildete schwammige Masse zu
ser Zusatz wird ohne Verlust aus den Retorte
sogleich ausgelöscht, auch soll das Gas der Er
durch verbessert werden. Das Oelgas bedarf ü
nigung, sondern geht blofs zur Absetzung des
theils an Oel durch eine Oelcisterne. Die v
nigungsapparate fallen also hierbei weg [1], aus
man es eines geringen Antheils an Kohlensä
Wasser oder durch etwas Kalkmilch streichen

1 S. Ricardo in Ann. of Phil. I. 209.

Bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen wird zu-
i eine beträchtliche Menge Theer abgesetzt; welches zwar
ch benutzt, vortheilhafter, aber gleichfalls in Gas verwan-
werden kann. Man macht daher das erste Ableitungsrohr
ihtlich hoch, und nach der Gasmenge, welche in demsel-
bfliefsen soll, verhältnifsmäfsig sehr weit, damit das durch
;e Abkühlung in demselben niedergeschlagene Theer wie-
i die Retorte zurücklaufe. Aus diesem Rohre geht dann
ideres in das erste Gefäfs, worin gleichfalls Theer und am-
ikalisches Wasser abgesetzt wird; und da die Compression
ases stets nur auf höchstens einige Zolle Wasserhöhe ge-
t werden darf, so ist es leicht, verschiedene Vorrichtun-
urch heberförmige Röhren, Hähne und Schwimmer anzu-
n, um die Flüssigkeit in diesen Gefäfsen auf der erforder-
Höhe zu erhalten, und die gehörige Menge Theer und
niakalische Wasser zu rechter Zeit abzuzapfen, oder auch
s Wasser zuzugiefsen. Am zweckmäfsigsten unter den
vorgeschlagenen, durch die Gröfse der Anstalt und selbst
calität bedingten Einrichtungen möchten wohl diejenigen
nach denen entweder das ganze Gefäfs dicht verschlossen,
ur ein kleineres luftdichtes in einem gröfseren umgestürzt
lich ist, das gröfsere aber, blofs mit einem Deckel be-
, um das Verdunsten der ammoniakalischen Flüssigkeit zu
n, nach aufgehobenem Deckel eine freie Ansicht und ein
höpfen der gewonnenen Nebenprodücte verstattet. Die
fahre Construction dieser beiden Apparate ist folgende. Fig.
öhren a und b dienen als Zuleiter und Ableiter des Gases, 161.
önnen solcher auch mehrere sich in dem nämlichen Ge-
befinden; m n ist der luftdicht schliefsende Deckel, f ein
zum Ablassen des Theers, g g eine heberförmige Röhre,
eren Oeffnung h das ammoniakalische Wasser abfliefst,
seine Menge zu grofs wird, und wenn man diese ver-
so kann auch Wasser durch den oberen Trichter nachge-
werden. Ein ähnlicher Apparat besteht aus dem offenen, Fig.
inem beweglichen Deckel bedeckten Gefäfse a c d b, in 162.
em ein anderes gasdicht verschlossenes A so umgestürzt
afs die sich ansammelnden Flüssigkeiten die untere Mün-
nn desselben verschliefsen. Die Röhren g und f dienen
uleitung und Ableitung des Gases, auch lassen sich ähnliche
:htungen in diesem als in dem eben beschriebenen anbringen.

In diesem ersten Gefäfse wird vorläufig Theer und Wasser abgeschieden, allein es noch allezeit eine hinlängliche Menge, um i fser Kälte sich abzuscheiden und die en äufsersten Röhrchen zu verstopfen. Um au scheiden und die hierzu erforderliche Kä läfst man das Gas durch mehrere gerade o Fig. 163. Röhren a, a, a, a, strömen, welche am best Räumen angebracht oder durch Verdunstun den, unten aber durch Wasser von der zu erforderlichen Höhe gesperrt sind, in wel nach das Theer absetzt. Man pflegt diese verbundenen Röhren von Eisen oder Kupfe Behälter von Wasser zu stellen, leichter defs wohl, sie dem freien Luftzuge ohne der Sonnenstrahlen auszusetzen, und zur E ren Verdunstungskälte mit losem Wollenze welchem aus einem oben angebrachten Gefä aus diesem über seinen Rand geschlagen Wasser stets herabläuft und sie unausgesetz

Nach dem Absetzen des Theers mufs beigemengten Kohlensäure und dem Schwe reinigt werden. Beides geschieht, wenn de nicht zu grofs ist, am zweckmäfsigsten durch brei, welcher nach der anfänglichen Reinheit kes dünner oder dicker seyn kann; im Mittel auf 1 Mafs Wasser, auch wird gleichfalls in 1 Cub. F. Kohlensäure durch 4 Lt. Kalk und wasserstoffgas durch 4½ Lt. absorbirt. Das Ga länglich gereinigt, wenn man es blofs durch läfst, auch würde letzterer hierdurch nicht vol den, und eine zu grofse Consumtion dessel Man sucht daher die Menge der Berühr dem Kalke und dem Gase zu vergröfsern, schiedene, meistens durch folgende Vorri Fig. 164. ligt wird. Ein geeignetes, in seinem Inne gegen den Horizont geneigte und mit u versehene Bleche getrenntes Gefafs ist m welche durch die Röhre h gelassen und du den kann. Der Eintritt des Gases geschieh

elcher es abwechselnd durch die feinen, etwa 1 Lin. im
esser haltenden Löchern α, α, α, α, α in kleinen Bla-
steigt, unter den Blechen b, b, b, b hinstreicht, und
durch die Abzugsröhre k einen Ausweg findet. Will
e Menge der Berührungspuncte noch mehr vervielfältigen,
gt man ein Getriebe an, welches entweder mit der Hand
rch Gewichte oder vermittelst einer andern mechanischen
tung stets gedrehet wird, und die Kalkmilch ohne Un-
durch einander rührt. Damit aber nicht die gesammte
hierdurch allmälig eine rotirende Bewegung erhalte und
fect der Maschine diesemnach geschwächt werde, giebt
n Blasen eine entgegengesetzte Bewegung, wie durch
e Vorrichtung bewerkstelligt wird. Das Gas tritt durch Fig.
ber den ganzen Boden des Gefäfses hingeleitete, an der 165.
Seite mit feinen Löchern versehene Röhre g ein, durch
die Kalkmilch abgelassen und durch k mit neuer ver-
t. Durch die Röhre m geht die Welle n n, welche ent-
durch eine Stopfbüchse luftdicht gemacht ist, oder die
m hat eine solche Länge, dafs die in ihr enthaltene Flüs-
hinreicht, durch ihren Druck die Gasart so weit zu sper-
ls die Spannung derselben erfordert. An der Welle be-
ich bei v ein Getriebe, welches in die Zähne der Räder
ingreift, diese nach entgegengesetzten Seiten umtreibt,
durch die an den Wellen der Räder befestigten horizon-
heiben mit herabgebogenem Rande und einigen auf ihre
lothrecht befestigten Blechen w, w, w, w in drehende
ung versetzen. Durch diese, nach entgegengesetzten
ngen gehende Drehung wird das Gas mit der Kalkmilch
glichst vielfache Berührung gebracht, während es durch
nnen Löcher in den beweglichen Scheiben und gleichfalls
die in den festsitzenden horizontalen Scheiben s, s, s, s,
aber durch die Röhre x einen Ausweg findet [1]. Ist aber

---

[1] Neuerdings hat Lendsam gegen diese Reinigungsmethode den
Verbrauch von Kalk und die sehr bedeutende Arbeit des Rüh-
gewandt und statt dessen das Ammoniak vorgeschlagen. Zu
Ende sättigt er die, in allen Gaswerken vorhandene ammo-
che Flüssigkeit mit Kochsalzsäure und raucht sie bis zum Kry-
n beim Erkalten ab, mengt das auf diese Weise erhaltene
mmonium mit ohngefähr zwei Drittheil des Gewichts gebrann-
, bringt es in eine Retorte und giebt mäfsig Feuer. Das in

das Gas aus schwefelkieshaltigen Kohlen bereitet, und daher
vielem Schwefelwasserstoffgas verunreinigt, so läfst man es
nochmals durch eine Auflösung von essigsaurem (holzessig-
rem) Blei streichen, wozu die erstere der zuletzt genannten
Vorrichtungen am besten geeignet ist, wenn man sie mit
Auflösung Bleizucker, statt der Kalkmilch füllt. Nebenbei
es leicht, an irgend einer schicklichen Stelle dieser Leitung
ren eine heberförmig gebogene, mit Wasser oder Queck
gefüllte Röhre anzubringen, und aus dem ungleichen
der Flüssigkeit in beiden Schenkeln die Elasticität des mit
in Verbindung stehenden Leuchtgases zu bestimmen. Man
pflegt auch in der Nähe der Reinigungsapparate eine Vorri
angebracht zu werden, um eine kleine Menge Gas zur P
herauszunehmen oder anzuzünden.

2. Aufbewahrung des Gases.

Das bereits gereinigte Gas wird vor der Benutzung
fseren oder kleineren Behältern, den sogenannten *Gas*
gesammelt, und hierin längere oder kürzere Zeit
wahrt. Im Allgemeinen giebt es zweierlei Arten solcher
meter, nämlich die gröfseren unbeweglichen, bei den G
tungsanstalten befindlichen, und die kleineren tragbaren,
chen geringere Quantitäten entweder in Privatwohnunge
portirt, oder blofs aufbewahrt werden, hauptsächlich
letzteren für jeden Tag als Leuchtmittel zu dienen. E
hier vorerst die unbeweglichen berücksichtigt werden.
man in den Beleuchtungsanstalten grofser Städte, name
englischen, oft von wahrhaft riesenmäfsiger Gröfse an
der Regel bestehen sie insgesammt aus einer Cisterne
erforderlichen Wasser, und einem dieser der Form nach

---

grofser Menge frei werdende Ammoniakgas wird in das Kohl
leitet und verbindet sich mit der Kohlensäure desselben.
wird dann durch Wasser geleitet, worin das kohlens. Amm
rückbleibt, und wieder benutzt werden kann. Der salzs. Kal
Retorte kann weiter statt der Salzsäure zur Bildung des Sal
nutzt werden. Der Apparat soll wohlfeil und einfach zu
seyn. S. Repertory of Patent. Inventions 1827. Juin. p. 217.
in Dingler's polytechn. Journal XXV. S. 329. Der Vorschl
allerdings der Beachtung sehr werth zu seyn.

n, mit seiner Oeffnung in dieselbe eingetauchten, luftdicht
lenden Gefäfse. Die Cisternen werden aus Steinen was-
ht gemauert, oder aus Holz, und wenn sie sphäroidisch
nach Art grofser Bütten, oder aus Metallblech, aufge-
, die eigentlichen Gasbehälter aber werden aus Holz oder
ufiger aus Blech verfertigt, wobei Gröfse und Form nach
waltenden Umständen zu bestimmen sind. In den mei-
llen verfertigt man beide aus gewalztem Eisenbleche, wel-
rmittelst eines geeigneten Kittes auf einander gelegt und
t, dann aber auf beiden Seiten mit Oelfarbe angestrichen
noch besser von dem in grofsen Tafeln in England berei-
am Rande verzinnten, und defswegen leicht zu löthen-
enbleche. Kleinere können aus verzinntem Eisenbleche,
n gröfserer Eleganz aus Kupferblech oder Messingblech
rfertigt werden. Folgendes sind die Hauptsachen, wel-
i der Einrichtung der Gasometer in Betrachtung kommen,
sofern genaue Berücksichtigung verdienen, als gerade die-
el der Beleuchtungsapparate unter die wesentlichsten
derselben gehört.

Die Gröfse des Gasometers mufs bei gegebener Form
f Rücksicht auf die erforderlichen Leistungen desselben
n Regeln der Stereometrie berechnet werden. Im All-
n aber macht man diese Gasbehälter beträchtlich gröfser,
m jederzeitigen Gebrauch gerade erforderlich ist, und
n mehrere in angemessenen Entfernungen an, welche
6000 F. nicht zu übersteigen pflegen, um die zu lan-
renleitungen zu vermeiden. Indem es ferner kein Mit-
t, das Ausströmen des Gases mit absoluter Sicherheit zu
ten, hierdurch aber leicht höchst gefährliche Explosio-
nlafst werden, wenn die Gasart mit der sauerstoffhalti-
osphärischen Luft vereinigt wird, so errichtet man die
ter neuerdings meistens im Freien und in einiger Entfer-
on den bewohnten Theilen der Städte, damit das etwa
hende Gas sich leichter zerstreuen kann, und eine
he Explosion keinen so grofsen Schaden anrichtet, als
ter Fall seyn würde. Dafs die Gefahr solcher Explosio-
icht geringe sey, zeigt CONGREVE in Gemäfsheit seiner
che, wonach 346 Cub. Z. Gas mit 1382 Cub. Z. atmosphä-
r Luft gemengt, eine Gewalt ausüben, als 16 Drachmen
spulver, wonach also ein Gasometer von 15,000 Cub. F.

Inhalt mit der proportionalen Menge atmosph
mengt, eine Explosion wie 52 Tonnen (*barr*
ausüben würde [1]. Ein Gasometer in Paris hält
Cub. F. Gas [2], und die Coalgasanstalt im
in London hat 17 eiserne Gasometer, jeder
bei 18 F. Höhe, welche also zusammen 433
fassen [3].

2. Man wird zur Ersparung des Raume
allezeit den gröfsten Inhalt bei der geringsten
halten suchen. Indem nun die Kugelform be
nicht in Anwendung kommen kann, so lehrt
unter allen Formen dieses am besten durch de
diesem nahe kommendes Polygon, dann durc
bogenes Gefäfs, wobei die grofse Axe nicht
der kleinen ausmacht, demnächst durch ein
am wenigsten durch ein länglich viereckiges e
man die übrigen noch weniger zweckmäfs
schliefst. Bei allen genannten müfste dann d
der Seite oder des Durchmessers gleich seyn.
oder quadratische Form ist indefs die einfach
her auch ausschliefslich oder mindestens vorz

3. Eine der gröfsten Schwierigkeiten
sehr nöthige Bedingung zu erreichen, dafs d
behälters auf das enthaltene Gas allezeit glei
hiervon die Geschwindigkeit der Ausströmung
Der Behälter nämlich, welcher das Gas einsc
allmäliger Entfernung von seinem Drucke ge
als der Gewichtsverlust seiner, in das Wasse
getauchten Masse beträgt. Sind die Wände
dünnem Blech verfertigt, so ist dieser Gewich
bedeutend, und bei gleicher Dicke der Höhe
Theiles direct proportional. Dagegen ist
specifisch leichter als die atmosphärische Luf
her die Kraft, womit dasselbe den Behälte
dem Cubikinhalte des enthaltenen Gases prop
Sache im Allgemeinen genommen ist bei fa

---

1 Congreve in Ann. of. Phil. V. 414.
2 Ann. of Phil. N. S. VI. 406.
3 Weber, Gewerbekunde II. 440.

asser eingetauchten Gasometern das Gewicht des Deckels
er oberen horizontalen Fläche des Gasbehälters, und das
ewicht seiner verticalen Seiten über die Menge des von
verdrängten Wassers eine gewisse beständige Gröfse, wel-
als auf eine etwa nur einige Linien hohe, unter dem
befindliche, Gasschicht drückend ansehen können, so
nach also das vermehrte Gewicht der aus dem Wasser
benden Seitenwandungen unter den hier angegebenen
gen als unbedeutend vernachlässigt werden kann.
an nun berücksichtigt, dafs das gesperrte Gas zur Be-
seines Ausströmens allezeit einen gewissen Druck erlei-
, und wenn man diesen auch im allergeringsten nur
Z. Wasserhöhe oder 0,05 Z. Quecksilber setzt, so läfst
ht einsehen, dafs die aus dünnem Bleche bestehende
es Behälters, die zu seiner Festigkeit erforderlichen
u. s. w. mitgerechnet, nebst dem Uebergewichte der
Wasser der Cisterne eingetauchten Seitenwandungen ins
re bei grofsen Gasbehältern nicht leicht zur Erzeugung
erforderlichen Druckes ein zu grofses Gewicht haben
. Hiernach wäre also gar keine Compensation nöthig,
ser Druck constant bliebe. So wie aber der Behälter
gefüllt wird, nimmt sein Gewicht um so viel zu, als
drostatische Gewicht der aus dem Wasser emporgehobe-
wandungen beträgt, zugleich aber um so viel ab, als
schlossene Gasmenge aërostatisch leichter ist als ein
Volumen atmosphärischer Luft, und diese beiden ent-
setzten Gröfsen müssen gegen einander ausgeglichen
, wenn der Druck ein constanter bleiben soll. Weil in-
hier zu berechnenden Werthe für jeden gegebenen Ga-
verschieden sind, so lassen sich hierüber nur einige all-
Regeln aufstellen, welche ich ganz elementar mitzuthei-
zweckmäfsig halte.

sey zu diesem Ende ein quadratischer Behälter aus Ku-
er Eisenblech von 0,3 Lin. Dicke verfertigt, jede Seite

Die Fläche des Deckels nimmt mit der Gröfse des Gasbehäl-
quadratischen Verhältnisse des Durchmessers zu und eben so
ge des Gases, worauf bei gleicher Höhe der Druck ausgeübt
die Gröfse der Seitenwandungen aber wächst im einfachen
hältnisse des Durchmessers. Der Druck der Gasbehälter wird so-
mit ihrer Gröfse verhältnifsmäfsig geringer werden.

20 F. lang, und er werde um 1 Z. hoch aus dem Wasser in die Höhe gehoben, so ist der cubische Inhalt des nicht mehr im Wasser befindlichen Metalles $= 12 \times 4 \times 20 \times \frac{0,3}{12} =$ $960 \times 0,025 = 24$ Cub. Z. oder $\frac{24}{1728} = \frac{1}{72}$ Cub. F. Der Behälter wird also um so viel schwerer, als diese, jetzt nicht mehr von ihm verdrängte Flüssigkeit wiegt. Nehmen wir der Kürze wegen in Pariser Mafs den Cub. F. Wasser zu 72 ℔., so betrüge dieses Gewicht gerade 1 ℔. für 1 Z. Hebung des Behälters, folglich 12 ℔. für 1 F. und für 10 F. 120 ℔. Zugleich mag im Mittel das spec. Gew. des eingeschlossenen Gases = 0,0 das absolute Gewicht eines Cub. F. atmosphärische Luft in ge nähertem Werthe = 0,08 ℔., so wird eine Schicht Gas von 1 Höhe und 20 F. Quadrat $= 20^2 \times 0,08 \times (1 - 0,65) =$ $= 400 \times 0,08 \times 0,35 = 11,2$ ℔. weniger als ein gleiches Volumen atmosphärische Luft wiegen, und mit diesem Gewicht also den Gasbehälter heben. Da diese Abnahme des Gewichts der Höhe des gefüllten Behälters gleichfalls direct proportional ist, so heben sich in dem gewählten Beispiele die entgegengesetzten Gröfsen so nahe vollständig auf, dafs der Unterschied füglich vernachlässigt werden kann, um so mehr als die der Berechnung zum Grunde liegenden Werthe keineswegs absolut genau sind. Weil aber der Umfang der Gasbehälter im einfachen, der Inhalt derselben aber im quadratischen Verhältnisse ihrer Gröfse wächst, so ist klar, dafs bei sehr grofsen die letztere Gröfse die erstere übersteigen mufs, bei kleinen dagegen umgekehrt. Um auch dieses durch ein Beispiel zu zeigen, wollen die einmal angenommenen Bestimmungen für ein rundes Gasometer von vorzüglicher, aber keineswegs übertriebener Gröfse beibehalten werden. Es sey defswegen ein kreisförmiges Gasometer zu berechnen, wobei der Durchmesser des Gasbehälters 60 F. betragen möge. Wird dasselbe dann 1 F. hoch aus dem Wasser gehoben, so beträgt die nicht mehr im Wasser eingetauchte Metallmasse $\frac{60 \times 3,14 \times 0,3}{144}$ Cub. F. $= 0,3925$ oder runder Zahl 0,4 Cub. F. und der Behälter wird also, der F. Wasser = 70 ℔. angenommen, um 27,475 oder in runder Zahl 28 ℔. schwerer. Der Cubikinhalt des eingeschlossenen Gases für 1 F. Höhe, da der Flächeninhalt der Kreisfläche

Halbmesser = r durch die Formel $r^2\pi$ gefunden wird, π die Ludolf'sche Zahl = 3,14 bedeutet, ist also $^2 \times 3{,}14 = 2826$ Cub. F. und also die hierdurch erzeugte kraft $= 2826 \times 0{,}08 \times 0{,}35 = 79{,}128$, in runder Zahl . Wird jene obere Zahl von dieser unteren abgezogen, so $- 28 = 52$ ℔., und so viel, also nahe ein halber Cent- müſste für jeden Par. F. Erhebung dem Gewichte des Gas- ers zugelegt werden, um seinen Druck auf das eingeschlos- Gas constant zu erhalten.

Um diesen Gegenstand im ganzen Umfange zu beleuchten, noch Folgendes in Betrachtung. Wir wollen annehmen, someter sey bei einer Füllung von 1 F. Höhe des Gases Gleichgewichte, daſs es den erforderlichen Druck auf das wie ihn eine stets gleichmäſsige Ausströmung desselben gt, ausübte, welchen wir im genäherten Werthe einmal Z. Wasserhöhe annehmen wollen. In diesem Falle würde as Wasser in der Cisterne 1 Z. höher stehen, als im Gas- er, und das eingeschlossene Gas würde durch diesen zum Ausströmen mit einer gewissen Geschwindigkeit an- ben werden. Wir wollen nun annehmen, der Gasbehäl- rde so weit mit Gas gefüllt, daſs er 6, 10 bis 15 F. über veau des Wassers in der Cisterne hervorragte, so müſste dann noch das Wasser in der letzteren 1 Z. höher stehen, rsterem, wenn durch das Gasometer die stets gleichmä- Ausströmung des Gases regulirt werden soll. Nun zeigt das zuerst berechnete Beispiel, daſs die beiden hierbei auf entgegengesetzte Weise das Gleichgewicht verändernden gungen einander gleich seyn können, und es wird dieses o mehr der Fall seyn, je dicker bei zunehmender Gröſse Gasbehälters seine Seitenwände sind. Auſserdem ist ein meter auf allen Fall ein so unbehülfliches Werkzeug, daſs ihm nicht allezeit die Regulirung eines gleichmäſsigen Aus- ens des Gases anvertrauet, sondern hierzu noch andere chtungen ersonnen hat, und wirklich habe ich auch bei den n groſsen Gasometern in Berlin keine Regulatoren bemerkt. ler andern Seite aber zeigt das zweite berechnete Beispiel, daſs ntlich bei groſsen Gasometern die den Behälter hebende einen bedeutenden Ueberschuſs erhalten kann. In diesem wird zwar das im Gasbehälter enthaltene Gas, in sofern es dem Drucke der äuſseren umgebenden Atmosphäre steht,

seine relative Elasticität und die dieser proportionale Dichtigkeit beibehalten, aufserdem aber wird dasselbe noch durch das, vermöge gröfserer Erhebung aus dem Wasser vermehrte, Gewicht des Behälters zusammengedrückt. Allein da das eingeschlossene Gas leichter ist als die atmosphärische Luft, so gleicht der gefüllte Gasbehälter einem Aërostaten, welcher um so mehr statisch in die Höhe gehoben wird, je gröfser die Quantität des eingeschlossenen Gases ist, und es könnte sich daher bei einem sehr grofsen Behälter leicht ereignen, dafs derselbe im Ganzen leichter würde, als das durch ihn verdrängte Volumen atmosphärische Luft, in welchem Falle er das Bestreben äufsern müfste, in die Höhe zu steigen, wodurch dann das Wasser in ihm höher als in der Cisterne stehen, und die äufsere Luft in entgegengesetzter Richtung, als das Gas strömen soll, in ihn eindringen würde, bis das Gleichgewicht hergestellt wäre, und Stillstand einträte. Durch ein solches Eindringen der atmosphärischen Luft würde aber in dem Gasbehälter Knallgas gebildet werden, dessen Entzündung die furchtbarste Explosion erregen könnte. Hieraus ergiebt sich also evident, dafs man in geeigneten Fällen nothwendig eine Regulirung anbringen und zugleich für einen mit dem Gasbehälter verbundenen *Index* sorgen müsse, um jederzeit überzeugt zu seyn, dafs die Spannung des Gases im Behälter die der äufseren Luft übertreffe.

Zur Erreichung der hiernach erforderlichen Regulirung sind sehr viele Vorschläge geschehen. Weil aber keinesweges alle zweckmäfsig sind, und aufserdem die Aufgabe nicht eben schwierig zu lösen ist, so will ich blofs einige wenige beschreiben. So könnte man unter andern nur eine durch vorausgehende Rechnung bestimmte[1] Menge von hölzernen Leisten an der Aufsenseite des Behälters befestigen, welche beim Einsinken in das Wasser der Cisterne den Behälter wegen ihres verhältnifsmäfsig grofsen Volumens sehr erleichtern, sein Gewicht dagegen beim Steigen ansehnlich vermehren würden. Noch leichter

1 Solche Berechnungen sind übrigens deswegen schwierig, weil man die ihnen zum Grunde liegenden Bestimmungen nicht leicht mit hinlänglicher Schärfe erhalten kann. Namentlich ist das specifische Gewicht des Luftgases nicht allezeit gleich, das oben angenommene aber ist für Steinkohlengas bedeutend grofs, so dafs namentlich bei schlechterem Gase das Emporgehobenwerden grofser Gasometer nicht zu fürchten ist.

sich ganz empirisch eine Compensation anbringen, wenn
as ganze, beim höchsten Stande des Gasbehälters erfor-
e Zulegegewicht an vielen Sehnüren herabhängend auf die
der letzteren so proportional vertheilte, dafs beim Hö-
gen des Behälters stets der erforderliche aliquote Theil
ben auf die Oberfläche des Behälters drückte, der
er von den Seiten getragen würde, bis es beim höchsten
des Behälters mit seiner gesammten Last auf diesen
n.

ie hier angegebene Compensation würde in denjenigen
mit Nutzen anzuwenden seyn, wenn nach dem zwei-
rechneten Beispiele der Gasbehälter beim Höhersteigen
wird, als wenn er mit wenigem Gase gefüllt ist, oder
seine aërostatische Steigkraft dann gröfser ist, als
drostatische Vermehrung seines Gewichtes. Preuss [1]
dagegen eine Compensation für denjenigen Fall an,
das Gegentheil statt findet, d. h. wenn das Gewicht
sbehälters beim Höhersteigen durch den aus dem Was-
hobenen Theil seiner Seitenwandungen um einen grö-
Theil vermehrt wird, als die Zunahme seiner Steig-
durch die vermehrte Menge des eingeschlossenen Ga-
trägt, ein Fall, welcher bei gröfseren Behältern haupt-
ch dann leicht eintritt, wenn sie aus Holz verfertigt
Es werde dann vorausgesetzt, der Behälter sey bei Fig.
m niedrigsten Stande durch ein an dem Hebebalken f be- 166.
hes Gewicht p genau so balancirt, dafs sein Uebergewicht
e so viel betrage, als erforderlich ist, um den Stand des
ters in ihm 1 Z. niedriger zu erhalten als in der Cisterne.
werden an demselben zwei oder mehrere Gefäfse mit Was-
, a von derjenigen Gröfse angebracht, dafs ihr Inhalt ge-
der durch die Seitenwände des tiefer eingetauchten Behäl-
verdrängten Wassermasse gleich ist, und aus diesen wer-
die heberförmig gebogenen Röhren b, b in das Wasser der
ne gesenkt. So wie dann der Gasbehälter steigt oder sinkt,
den die Gefäfse a, a ausgeleert oder gefüllt werden, und
rch ein bleibendes Gleichgewicht hergestellt seyn. Es fällt
ls in die Augen, dafs man statt dieser künstlichern Vorrich-
g auf die eben angegebene Weise weit einfacher den beab-

1 Tabor Gasbeleuchtung.

sichtigten Zweck erreichen könne, wenn man das ganze Gewicht p in die erforderliche Menge aliquoter Theile vertheilte, diese an einem Seile herabhängen und auf eine Unterlage herabsinken liefse, so dafs sie beim höchsten Stande des Gasbehälters sämmtlich auf der Unterlage ruheten, bei seinem niedrigsten dagegen sämmtlich von dem Hebelarme getragen würden. Wäre dann auch hierbei für den höchsten und niedrigsten Stand das erforderliche Gewicht empirisch regulirt, so erfolgte für alle zwischenliegende Erhebungen die Compensation von selbst.

Eine für beide genannte Fälle brauchbare und obendrein leicht empirisch herzustellende Compensation kann durch die ungleiche Länge des Hebelarmes erhalten werden, an welchem das Gegengewicht p herabhängt. Da nämlich am Winkelhebel die Kraft $p' = p \sin. \alpha$ ist, wenn α denjenigen Winkel bezeichnet, welchen die Richtungslinie der Kraft mit dem Hebelarme macht, und da zugleich für einen von 0° bis 90° wachsenden Winkel das Gewicht p′ von 0 bis 1 veränderlich wird, so ist klar, dafs innerhalb dieser Grenze alle erforderliche Werthe von p′ enthalten seyn müssen. Für den praktischen Gebrauch verfertige man also den Balancier AB so, dafs das Bogenstück pq mit gleichem Radio vom Hypomochlio aus gezogen ist, oder $l = L$, in welchem Falle die Producte $pl = pL$ einander gleich seyn werden, und das Gewicht p in jeder Höhe mit gleicher Kraft wirkt. Alsdann stelle man für den höchsten und tiefsten Stand des Gasbehälters das Gleichgewicht des letzteren in der Art her, dafs für ungleiche Gewichte p und P in beiden Stellungen das Wasser im Behälter um die erforderliche Gröfse, wir nehmen an 1 Z., tiefer stehe, als in der Cisterne, und da nach den Gesetzen des Hebels die Längen der Hebelarme sich umgekehrt verhalten als die Gewichte, oder $pL = Pl$ ist, so findet man für eine ungleiche Wirkung mit einem gleichen Gewichte die Länge $l = \frac{pL}{P}$, wonach also die erforderlichen Längen von L und l, mag, wie in der Zeichnung, das obere oder das untere das längste seyn, empirisch bestimmt werden können, um alsdann das Bogenstück daran zu befestigen.

Fig. 167.

Caston[1] bringt *Gasometer* in Vorschlag oder will sie ver-

1 Lond. Journ. of Arts and Sc. 1824. Jan. S. 21. Daraus in *Dingler* polyt. J. XIV. 15.

wirklich angewandt haben, welche zwar sehr einfach und
en seyn würden, schwerlich aber eine wirkliche Ausfüh-
gestatten. Das Ganze besteht aus einem hölzernen, luft-
en Kasten, an dessen oberem Rande eine inwendig bis auf
Boden herabgehende zusammenhängende Fütterung von
ch oder Wachsleinwand befestigt seyn soll, deren unterer
an einen hölzernen, gleichfalls luftdichten, mit dem Bo-
des Kastens parallel laufenden Deckel befestigt wird. Ist
das Gasometer nicht gefüllt, so berühren dieser Deckel
er Boden einander; so wie er aber gefüllt wird, hebt das
n Deckel, bis er zur doppelten Höhe des Gasometers ge-
, und das Gas unter stets gleichem Drucke (?) zwischen
Boden des Kastens, zwischen dem Deckel, den Wänden
Kastens und der gleichfalls in die Höhe gezogenen Wachs-
nd eingeschlossen ist. Dafs so ausgedehnte Flächen von
bei dem ungleichen Einflusse der Wärme und Feuchtig-
luftdicht bleiben sollten, ist auf keine Weise zu erwarten,
eben so wenig ist dieses mit hinlänglicher Biegsamkeit der
chsleinwand oder des Oeltuches vereinbar. Eben diese
endung findet gegen das Gasometer statt, welches Tait [1]
orschlag bringt. Dieses besteht aus einer cylinderförmigen
me und aus einem auf gleiche Weise gestalteten Gasbehäl-
dessen einzelne Abtheilungen nach Art eines Fernrohrs in
der geschoben sind, beim Füllen mit Gas aber aus einan-
gezogen werden, und also bei einem kleinen Inhalte der
me eine bedeutende Menge Gas enthalten sollen. Abge-
n davon, dafs hierdurch die Höhe des Gasbehälters unver-
nfsmäfsig vermehrt werden, und viele Unbequemlichkeiten
beiführen würde, weifs man ohnehin, dafs selbst die fein
beiteten Züge der Fernröhre nicht luftdicht schliefsen, um
viel weniger ist dieses von so unbeholfenen Maschinen zu
arten.

4. Endlich mufs der Gasbehälter auch so eingerichtet seyn,
seine unteren Ränder stets horizontal erhalten werden, und
aus leicht begreiflichen Gründen der Schwerpunct desselben
der Regel etwa in die Mitte seines innern Raumes fällt, mit-
bei seinem Steigen über das Wasser gehoben wird, so ist

---

1 Aus Lond. Journ. of Arts and Sc. Jun. 1824. S. 305 in *Ding-*
's J. XV. 54.

es klar, dafs er leicht eine Neigung zum Umschlagen erhalten kann. Ist der Zwischenraum zwischen seinen Wänden und denen der Cisterne nicht grofs, so wird er hieran zwar gehindert, allein dann könnte leicht eine nachtheilige Reibung an den Seiten entstehen. Sind die Wände des Behälters dünn, und mufs er wegen des dickeren, und also schwereren Deckels durch ein Gegengewicht balancirt werden, wie oben beschrieben ist, so wird die Gefahr des Umschlagens nicht leicht statt finden, indefs ist nicht in Abrede zu stellen, dafs man in vielen Fällen auf Mittel zu ihrer Abwendung Bedacht nehmen mufs. Unter den mehreren sich für diesen Zweck fast von selbst aufdringenden Mitteln ist eins der einfachsten und leichtesten, dafs man in der verticalen Axe des Gasbehälters eine Röhre anbringt, welche von gleicher Höhe als der Behälter selbst ist, in der Mitte der Cisterne dann eine verticale Stange befestigt, über welcher jene Röhre sich auf und nieder schiebt; zur Vermeidung der Reibung können aber inwendig in jener Röhre oben und unten je vier einander diametral gegenüberstehende Frictionsrollen angebracht werden. Endlich kann die Stange oben noch einen kleinen Querbalken tragen, welcher den Behälter hindert, höher als bis zu dessen Berührung aufzusteigen.

Aufser diesen grofsen Gasometern, den eigentlichen Behältern des bereiteten Gases, giebt es noch kleinere, meistens tragbare, welche hauptsächlich dazu dienen, mit einer gewissen Quantität Gas gefüllt, und in Privatwohnungen getragen zu werden. Sie sind von sehr verschiedener Gröfse und Gestalt, entweder gut verpichte Tonnen und andere Behälter, welche im Allgemeinen den gröfseren Gasometern nachgebildet werden. Ihre nächste Bestimmung ist, in den Privatwohnungen aufgestellt zu werden, wohin man die Gasröhren aus den Hauptleitungen nicht ohne Schwierigkeit führen kann, sie dort mit Leuchtgas zu füllen, und dieses aus ihnen auf die geeignete Weise durch Röhren in die zu erleuchtenden Räume zu leiten. Man war indefs zugleich bemühet, sie tragbar zu machen, und es sind in dieser Hinsicht einige zweckmäfsige Vorschläge geschehen, z. B. von Lampadius[1], Döbereiner[2] u. a.; weil aber die Spannung der

1 Accum prakt. Abh. u. a. w. übers. von Lampadius.

2 Zur pneumatischen Chemie. Jena 1821. 8.

durch Wasser geschehen muſs, letzteres aber bei gröſse-
olumen ein zu bedeutendes Gewicht hat, so verfertigte
ald metallene Behälter, in denen das Gas für sich selbst
rt ist. Inzwischen müſsten auch diese zu grofs seyn,
sie eine nur für einige Stunden ausreichende Quantität
sen sollen, indem eine einzige Flamme für eine Stunde
inen Cubikfuſs Gas erfordert, und man kam daher bald
eldee, das Gas in diesen transportabelen Behältern zu com-
n, wozu sich hauptsächlich das Oelgas eignet, weil ein
es Volumen desselben zur Erzeugung einer hinlänglich
nenden Flamme erfordert wird. Aus diesen tragbaren
haltern, welche in der Fabrik gefüllt und den Kunden in
Wohnungen gebracht werden, lassen sich dann die kleinen
eter füllen, um vermittelst der letzteren eine stets gleich-
brennende Flamme zu erhalten; ungleich einfacher und
mäſsiger würde es aber seyn, das aus ihnen strömende
mittelbar verbrennen zu lassen, stände diesem nicht das
muſs im Wege, daſs das stärker comprimirte Gas schnel-
ausströmt, wonach also die Flamme anfangs sehr grofs seyn,
ig kleiner werden, und endlich ganz verschwinden muſs.
n der Wichtigkeit der Aufgabe läſst sich leicht erachten,
man auf die Construction dieser tragbaren Gasbehälter un-
n viele Anstrengung verwandt hat.

Was zuvörderst die Compression des Gases in denselben
, so hat man zur bequemen Bewerkstelligung derselben
re Vorschläge gethan, indeſs übergehe ich diese sämmt-
weil das Ganze einfach auf eine zweckmäſsige Compres-
maschine hinauskommt, deren Construction keine Schwie-
t hat. Ungleich schwieriger und vielleicht ganz unmög-
t dagegen die Auffindung eines völlig genügenden Mecha-
s, durch welchen das Ausströmen des abnehmend weniger
mirten Gases so regulirt würde, daſs vom Anfange bis
Ende des Verbrennens stets eine ganz gleiche Quantität von
ausströmte. Wegen der Wichtigkeit des Problems, und da
behauptet wird, daſs solche Gasbehälter mit stets gleich-
ger Ausströmung wirklich vorhanden seyen, indem sogar
Postkutschen sich dieser Art der Erleuchtung bedient haben
n, die Sache selbst aber dem Forscher ohne genaue Angabe
hierbei angewandten Mechanismus stets zweifelhaft bleiben
, habe ich mich bemüht, Erkundigungen hierüber einzu-

ziehen, bisher aber nichts weiter herausbringen können, als was ich hier kurz mittheilen will.

Unter die älteren bekannten tragbaren Gasbehälter gehören die durch Gordon verfertigten kugelförmigen aus Kupfer, welche eine 25fache Zusammendrückung des Gases aushalten, und die ihnen ähnlichen aus Eisen, welche Caston verfertigt. Beide sind durch Tabor[1] ausführlich beschrieben, und können sehr gut benutzt werden, um aus ihnen die in den Häusern befindlichen kleinen Gasometer zu füllen, welche letzteren dann eine stets gleichmäfsig brennende Flamme geben. Soll aber das aus ihnen strömende Gas unmittelbar zur Erleuchtung benutzt werden, so läfst sich die Gleichmäfsigkeit der Flamme nur unvollständig durch allmäliges weiteres Eröffnen des Hahnes erreichen. Uebrigens gewähren auch diese tragbaren Behälter eine grofse Bequemlichkeit, indem die Gascompagnie die leeren natürlich durch ihre Diener von ihren beständigen Kunden abholen läfst, und durch gefüllte wieder ersetzt. Zur Regulirung des gleichmäfsigen Ausströmens des Gases sind seitdem mehrere Vorschläge geschehen, ohne dafs jedoch das Problem bis jetzt vollständig gelöset scheint. So hat man vorgeschlagen[2] in den Gasbehälter einen Stempel anzubringen, welcher herabsinkt, wenn die Compression des Gases nachläfst, und dann den Hahn weiter öffnet. James Jones zu Edinburg[3] bringt dagegen in den Gasbehältern eine heberförmig gebogene, an einer Seite verschlossene und halb mit Quecksilber gefüllte Röhre an. Indem dann die in dem verschlossenen Schenkel enthaltene Luft durch den stärkeren Druck des comprimirten Gases in einen kleineren Raum zusammengepreſst wird, letzterer sich aber bei nachlassendem Drucke erweitert, so zieht ein hiernach angebrachter Regulator einen in dem Ausströmungscanale befindlichen conischen Draht in dem nämlichen Verhältnisse mehr herab, und erweitert hierdurch die Ausströmungsöffnung um so viel, als der nachlassende Druck des Gases erfordert. Der Anwendung dieses Regulators steht

1 a. a. O. II. 502 u. 510. Von diesem, auf alle neue Verbesserungen der Gasbeleuchtungsapparate aufmerksamen Gelehrten weiſs ich auch durch schriftliche Mittheilung, dafs ihm noch keine Vorrichtung bekannt ist, wodurch ein stets gleichmäfsiges Ausströmen des Gases erreicht werden könnte.

2 Mechanic's Mag. Vol. II. Part. X. S. 153. Vgl. Weber. I. 3

3 Glasgow Mech. Mag. Nr. 56. S. 421.

das leichte Verschütten des Quecksilbers und das Einklem-
es Drahtes in den engen Canal zu sehr im Wege. Gor-
lbst hat später [1] vorgeschlagen, eine conisch endigende
e in dem Canale seiner tragbaren Gasbehälter anzubrin-
nd dadurch die Quantität des ausströmenden Gases zu re-

viel ich durch weitere Erkundigungen über die Mittel
gulirung der Flamme bei den tragbaren Gasbehältern habe
n können, behilft man sich im Allgemeinen damit, dafs
n Hahn etwas weiter aufdrehet, wenn die Flamme zu
rd, und hiermit fortfährt, bis das Gas völlig verzehrt
bei aber allezeit aus leicht begreiflichen Gründen das Ge-
ht ganz leer wird, sondern allezeit derjenige Antheil in
hen zurückbleibt, dessen Elasticität dem Drucke der at-
rischen Luft gleich ist. Obgleich dieses Mittel ein öfte-
hen des Hahns erfordert, so scheint es mir doch noch
llen das zweckmäfsigste zu seyn, weil es mindestens eine
desmaligen Bedürfnisse der Helligkeit angemessene Gröfse
amme gewährt. Nach einer andern Nachricht sollen
n's neueste tragbare Behälter, wenn sie mit Oelgas ge-
d, 12 Stunden lang mit der Helligkeit einer gewöhnli-
Wachskerze brennen, und während dieser Zeit nur einer
igen Regulirung des Hahns bedürfen, um eine stets fast
eichmäfsige Flamme zu geben. Endlich hat man in Lon-
e elegante tragbare Gaslampen, welche höchst wahr-
ch mit einem kleinen Gasometer verbunden sind, in
man vermittelst eines Hahns in angemessenen Zeiträu-
e erforderliche Quantität Gas aus dem zur Aufnahme des
mirten Gases dienenden Gefäfse steigen läfst, und welche
ne stets gleiche Flamme geben. Sie bestehen der Be-
ung nach aus einem vermuthlich mit dem comprimirten
füllten Fufsgestelle, mit einem auf demselben stehenden
er, dem Behälter des kleinen Gasometers, und einer vor
ßteren stehenden Urne, auf welcher sich das Brennrohr
amme befindet. Wird dann ein an der hintern Seite an-
ter Hahn geöffnet, so steigt ein in dem Cylinder befind-
zweiter Cylinder in die Höhe, und man kann das Gas an-
n. Ist hernach der Cylinder wieder herabgesunken, so

[1] London Journ. of Arts and Sc. 1825. Sept. S. 136.

öffnet man den Hahn abermals, bis jener wieder die erforderliche Höhe erreicht hat, und erhält auf diese Weise eine stets gleichmäfsige Flamme. Die genaue Construction dieser und der übrigen tragbaren Lampen, worin die Fabrik von Taylor und Martineau das Oelgas versendet, wird übrigens noch geheim gehalten [1].

Auch in Paris hat man sich bemüht, tragbare Gaslampen mit einer stets gleichmäfsigen Flamme zu construiren, und es hierin, so wie überhaupt in der Bereitung des Leuchtgases sehr weit gebracht, wenn die darüber bekannt gewordene Nachricht vollkommen Glauben verdient. Ein gewisser Jallabert hat nämlich eine solche Lampe vorgezeigt. Sie bestand aus einem kupfernen Cylinder mit zwei halbkugelförmigen Abrundungen an beiden Enden, welcher einen Candelaber mit 6 Brennmündungen trug. Der Recipient enthielt einen Raum von 4 Cub. F., und da das Gas in demselben 15 mal verdichtet war, so fafste er zusammen 60 Cub. F. Gas von der Elasticität der atmosphärischen Luft. Jede der 6 Brennmündungen gab die Helligkeit einer Lampe von Carcel und erforderte hierzu 1 Cub. F. in jeder Stunde, mithin brannten alle 6 Mündungen 10 Stunden. In den 6 Stunden der Sitzung brannten die Lichter mit gleichbleibender Helligkeit, welches der Künstler durch einen eigenen Mechanismus erreicht hatte. Jallabert will gleich den Cubikfufs Oelgas, also die Erleuchtung für 1 Stunde um 6 Centimen liefern.

III. Fortleitung und Messung des Gases.

Einen wesentlichen Theil der Gasapparate machen die Fortleitungsröhren aus, und es ist schwer, bei neuen Anlagen hierfür die richtigen Verhältnisse zu bestimmen, weil zwar die Theorie über die Strömungen gasförmiger Körper in Röhren und Oeffnungen durch die neuesten Versuche bedeutend vervollkommnet ist, auch die Erfahrung bei den vielen Gasanstalten vieles hierüber aufgehellet hat, im Ganzen aber dieses alles eine völlig scharfe Bestimmung in einzelnen Fällen noch kein

1 Tabor aus schriftlicher Mittheilung.

2 Büllet. de la Soc. d'Encourag. pour l'Industrie nat. Oct. 1[illegible] S. 303. Daraus in Weber's Gewerbekunde. III. 410.

genügt. Im Allgemeinen ist die Menge des aus einem Ga- ter durch die Leitungsröhren strömenden Gases, welche Erhaltung einer stets gleichmäfsig brennenden Flamme fort- nd unverändert seyn mufs, eine Function der Länge und te der Röhren, der Gröfse ihrer Oeffnungen, der specif. igkeit des Gases, und der Höhe der Wassersäule, wodurch be comprimirt wird, welches alles im Art. *Pneumatik* nä- bestimmt werden mufs. Für die praktische Anwendung ge- ndefs Folgendes. Gute Steinkohlen liefern das ℔. etwa 6 Cub. F. Gas und 60 bis 66 pC. Coaks, deren Volumen r destillirten Steinkohlen nahe um 0,3 übertrifft. Von s Gase wird 0,5 Cub. F. jede Stunde erfordert, um eine ze von der gewöhnlichen Helligkeit einer Talgkerze $\frac{1}{6}$ ℔. r zu geben [1], indefs rechnet man bei der Gasbeleuchtung ittel 5 Cub. F. engl. als das Aequivalent einer solchen [2]. Fischthran dagegen, und das aus der Destillation der ohlen gewonnene Theer geben das Pfund 10 bis 15 Cub. F. ber nach Cosgrave 1 Gallon 100 Cub. F. [3], dessen Flamme und heller ist, so dafs man davon nur etwa den dritten für eine gleich starke Erleuchtung als mit Steinkohlengas . Die Weite der Röhrenmündung für eine solche Flamme lfst 0,5 Lin. engl., und der Erfahrung nach ist der Druck s Wasser hinreichend, um dem Gase die erforderliche ndigkeit des Ausströmens zu geben, darf aber in kei- halter die Gröfse von 12 bis 14 Z. übersteigen, wenn ick nicht die Vorrichtungen, namentlich die Lutirung rten beschädigen soll. Man mifst daher die Spannung geschlossenen Gases sehr leicht an einem irgendwo am ter oder an den Leitungsröhren angebrachten Wasserba- Fig. r, bei welchem die ungleiche Höhe des Wasserstandes 168. en Schenkeln oder die Differenz zwischen a und α die nliche Gröfse nicht übersteigen darf. Obgleich aber ein constanter Druck durch den Gasbehälter selbst vermittelst

[1] Nach Anderson in Edinb. Phil. J. XXIII. 171. geben 323,5 Cub. der Ferth. Kohlengasfabrik in 1 Stunde so viel Helligkeit, als ter Unschlittlicht.

[2] Cosgrave in Ann. of Phil. V. 412. Andere verschiedene An- . Tabor a. a. O. II. 509.

[3] Ebend. p. 424.

einer der angegebenen Vorrichtungen wohl zu erhalten und in vielen Fällen auch wirklich erhalten wird, so ist ihnen doch wegen ihrer Größe dieses nicht allenthalben gewagt, sondern andere Regulatoren construirt, unter denen vom Comm angegebene einer der sinnreichsten

Fig. 169. A A B B ist eine offene, oder zur Verminderung des Verdunstens bedeckte Cisterne, in welcher die unten verschlossene, zum Ablassen des sich etwa ansammelnden Wassers mit einem Hahne g versehene Röhre H herabgeht. In der Cisterne schwimmt vermöge eines gehörig angebrachten Schwimmers und nachher aufgelegter Gewichte der Gasbehälter K, welcher durch Gewichte so regulirt wird, daß das in demselben befindliche Gas nach der Anzeige des Barometers K um so und so viele Linien Druckhöhe (etwa 1 Z. Wasser) comprimirt ist. Zur Leitung der horizontalen Lage bewegt sich dieser vermittelst dreier kleiner Rollen r, r, r, r an 3 oder 4 eisernen Stangen p p p, und hat einen gewölbten Deckel, damit das Wasser in die Röhre H treten kann, auch hier sich entweder noch befindliche atmosphärische Luft durch die mit der Stange verschließbare Oeffnung wegschaffen. In dem gewölbten Deckel bewegt sich vermittelst einer Lederscheibe luftdicht eine Schraube an dem auf verschiedene Höhen befestigten Träger w w befestigte Stange k, welche an ihrem unteren das in die Oeffnung zum eingeschliffenen, herausfallen verhütenden Ventil l trägt. Ist dieses für einen bestimmten Druck des Gas einmal regulirt, so wird es bei stärkerer Spannung mehr schließen, bei schwächerer mehr öffnen, und in jenem Falle das Gas in der Behälter leichter steigen, bei dieser leichter sinken, und man wird auf diese Weise eine stets gleiche Strömung erhalten. Solche Regulatoren, welche bei ihrer Einfachheit genau gearbeitet seyn können, und auch ohnedem keine kostspielige Form zulassen, befinden sich, zuweilen in prächtigen Gebäuden grosser Gebäude, und dienen dazu, die Stärke oder Schwäche der verschiedenen geforderten Beleuchtungen zu regeln.

Aus den Gasmessern wird das Gas durch Röhren an den Ort seines Verbrauches geleitet. Rücksichtlich auf die

---

1 Man findet für n dem angegebenen Werthe [illegible] Tabelle ausführlich beschrieben.

ite derselben haben die Erfahrungen ergeben, dafs solche, che 6 Z. im Durchmesser halten, hinreichend sind, um auf Strecke von 2000 F. 3000 Cub. F. Gas für jede Stunde zu en, und es läfst sich daher im Allgemeinen annehmen, dafs en von 0,25 bis 18 Z. Durchmesser die nöthigen Bedürf- umfassen [1]. Die freie Strömung wird indefs gehindert, n die Röhren vorzüglich in zu spitzen Winkeln gebogen Um diesem zu begegnen, bringt man lieber kleine Be- n, in welche das Zuleitungsrohr und das Ableitungsrohr ich münden. Auch wird die Strömung in die lothrecht aus Hauptröhren aufsteigenden engen Röhren leicht durch das llere Fortströmen in jenen gröfseren gehindert, weswegen e kleineren in die gröfseren mit einer gegen die Strömung ieten Oeffnung zu senken pflegt. Ferner hat man bei der e der Röhren zugleich die Ausdehnung durch wechselnde peratur zu berücksichtigen, desgleichen dafs einiges in den- n durch Abkühlung niedergeschlagenes Wasser und Theer ng gesammelt werden könne. Für beides werden an einigen n die sogenannten Theerbrunnen angelegt, bei denen a und b Fig. 170.
n luftdichten Oeffnungen etwas verschiebbaren Enden des nd Ableitungsrohres sind, c aber eine oben bei d zuge- ete Röhre, auf welche so oft als es erforderlich ist, eine e geschraubt und die angesammelte Flüssigkeit herausgeso- nd. Weil aufserdem lange Röhrenleitungen leicht irgend- laden leiden, welches bei Tage durch das Sinken der Re- en, bei Nacht durch das schwächere Brennen oder Er- n der Lichter beobachtet wird, so ist zur leichteren Auf- ng des Schadens erforderlich, die Leitung in kürzeren Zwi- nmen schliefsen zu können. Bei den kleinen Röhren icht dieses durch gewöhnliche Hähne, bei den gröfseren n diese aber gegen 100 ℔. wiegen, und daher zugleich kostbar und unbeweglich seyn. Unter den verschiedenen Klagen zur Sperrung ist daher einer der leichtesten und si- n die Anwendung der blofsen Klappe. A B ist ein Parallel- Fig. 171.
don von doppelter Höhe gegen seine Breite, a und b sind leitungs- und Ableitungsrohr, e e ist eine in der Mitte oder quadratisch ausgeschnittene Platte, gegen welche die

[1] Eine Tabelle über die Weiten der Röhren und die Gasmengen, e sie leiten, findet man bei Tadoa a. a. O. II. 365.

Klappe f durch einen Ring von Filz oder Leder [illegible] der Winde g luftdicht gepreſst werden kann. Die W[illegible] welche in Lederbüchsen quer durch das Gefäſs luftdicht [illegible] könnte auch in der Erde liegend vermittelst eines [illegible] den vierseitigen Zapfens und eines dazu passenden [illegible] aufgewunden werden, wenn zugleich ein Sperrhaken [illegible] gezahntes Rad zum Festhalten des Mechanismus [illegible] gebracht wäre.

Auf welche Weise die kleinen Zuleitungsröhren [illegible] ſsen angebracht werden, ist schon oben angegeben. An [illegible] ſseren Mündungen von diesen, wo die Flamme brennt, [illegible] die mannigfaltigsten Verzierungen angebracht, und die F[illegible] brennen zuweilen in den verschiedensten Richtungen [illegible] men. Für die gröſsere Erhellung ist es vortheilhaft, [illegible] dungen nach Auſsen etwas zu erweitern. Bei einfach[illegible] wöhnlichen Flammen sind die Oeffnungen rund, mit [illegible] auch flache, nach Art der Alström'schen Dochte und [illegible] linder einschlieſsende nach Art der Argand'schen Lampe [illegible] bei fast allezeit eine Krane von 10 bis 12 kleinen, [illegible] weiten, Löchern den Lichtcylinder bildet, die Lichtst[illegible] in einem gröſseren Verhältnisse gegen eine einfache Fl[illegible] nimmt, als in dem der gröſseren verbrennenden Gasm[illegible] erforderte z. B. nach Brande[1] eine einzelne Lichtst[illegible] Cub. Z. Gas in einer Stunde, 12 kleine vereinte Flam[illegible] welche eine zehnfache Helligkeit gaben, nur 2[illegible] Cub. [illegible]

Wenn die Zusammendrückung des Leuchtgases [illegible] bleibend ist, so wird die Gröſse der Flamme bloſs von [illegible] der Brennmündung abhängen. Soll dann die Flamme [illegible] mäſsig brennen, so darf jene Mündung nur eine [illegible] Gröſse haben. Inzwischen muſs im Allgemeinen jede [illegible] dung ihren eigenen Hahn haben, welchen man [illegible] die Flamme angezündet werden soll, und wieder [illegible] sobald als die Flamme erlöscht, schon deswegen, [illegible] das unverbrannt ausströmende Gas einen äuſserst [illegible]

---

1 Taber a. a. O. II. 476. Dort sind auch die [illegible] men und Verzierungen ausführlich beschrieben, welche [illegible] röhren giebt, worüber ich hier nicht ins Einzelne [illegible] Brunn in Edinburg hat auch eine Brennmündung [illegible] durch das Ausströmen des angezündeten Gases rotirt, und [illegible] tenden Kreis bildet. S. Edinb. Phil. Journ. XXVIII. [illegible]

h verbreitet. Dafs man aber vermittelst dieses Hahnes auch Quantität des ausströmenden Gases reguliren könne, indem ihn mehr oder weniger öffnet, versteht sich von selbst. an indefs mehrere Brennröhren aus einem gemeinschaftlichen älter gespeiset werden, so kann man auch alle diese Flam- zugleich vergröfsern oder verkleinern, wenn man den Hahn s Behälters mehr oder weniger öffnet. Eine solche Regu- g der einzelnen Flammen ist nur in Wohnungen anwendbar, ädtischen Beleuchtungsanstalten dagegen, in Theatern und ntlichen Gebäuden müssen die Hähne der Zeitersparnifs we- völlig geöffnet werden, und eine Regulirung ist nur im en durch stärkere oder schwächere Compression des Gases, davon abhängige stärkere oder schwächere Ausströmung ich. Hierbei findet auch nur im Grofsen eine Controle statt, grofs die Quantität des verbrauchten Gases ist; wenn da- das Gas aus den Magazinen in die vielen Privatwohnun- ertheilt wird, deren Inwohner sich die Freiheit nicht wohl en lassen, nach den Umständen bald mehr bald weniger n verbrauchen, so hat für diese Fälle Clegg einen sehr ichen Apparat ausgedacht, vermittelst dessen die Gascom- jederzeit die Menge des verbrauchten Gases genau be- en kann. Für einen lothrechten Durchschnitt dieser schon h interessanten Maschine ist AAA ein hohler, luftdich- Fig. linder von solcher Dimension, als die Bestimmung des 172. tes erfordert. Dieser wird bis etwa zur Höhe der Linie mit Wasser gefüllt. In diesem hohlen Cylinder befindet in anderer, gleichfalls hohler BBBB dessen krumme Ober- vier mit seiner Axe parallele Einschnitte $\beta\beta\beta\beta$ hat, wo- ine hierdurch zerschnittenen Theile in ihrer ganzen Länge die eingesetzten krummen Bleche ffff getragen werden, ch aber zusammenhalten müfsten, wenn nicht die äufser- Enden aller dieser Bleche an zwei Scheiben luftdicht be- wären, so dafs das Ganze wiederum einen in dem äufse- eweglichen Cylinder bildet, deren Axen zusammenfallen. eine dieser geraden Endflächen des inneren Cylinders ist in itte durchbohrt, und bewegt sich um das durch den äufsern der eintretende Zuleitungsrohr des Gases wie um eine Axe, andere hat einen massiven, durch die gerade Fläche des äu- Cylinders vermittelst einer wasserdichten Stopfbüchse gehenden, mit einem Getriebe versehenen Stift, der ganze

innere Cylinder BBBB endlich wird empirisch so abgeglichen, dafs er beim Umdrehen um seine Axe in jeder Lage ruhet. Wird der ganze Apparat mit Wasser gefüllt, darauf etwas Gas zugelassen und dem Wasser auf irgend eine Weise ein Abfluſs verstattet, bis es etwa zur Tiefe von m m herabsinkt, und dann das Ganze wieder verschlossen, so mufs bei der Oeffnung des Ableitungsrohres d und der Oeffnung des in der Mitte des inneren Cylinders mündenden Zuleitungsrohres das Gas blofs durch die Oeffnung α' ausströmen, das Wasser aus dem Raume a verdrängen, wodurch vermöge des ungleichen hydrostatischen Druckes diese Abtheilung in die Höhe steigen wird, bis die Oeffnung β' in die Lage von β kommt, und das Gas in den äufsern Raum strömen kann. In diesem Augenblicke kommt die Oeffnung α' in die Lage von α und wird verschlossen, so dafs also eine fortdauernde Umdrehung entstehen mufs, und die Zahl der Umläufe, mithin auch die der wechselnden Füllungen und Entleerungen der einzelnen Räume, durch das Getriebe der durch die gerade Fläche des äufsern Cylinders durchgehenden Axe vermittelst eines Uhrwerks gemessen werden kann. Aus dem bekannten Inhalte des Gasmessers kann also die Menge des erhaltenen oder abgegebenen Gases zur Controle der Arbeiter oder der Verkäufer gemessen werden, indem die Zeiger des Uhrwerks, wodurch die Messung geschieht, sich in einem durch eine Glastafel verschlossenen Raume bewegen, zu welchem nur der die Controle führende die Schlüssel hat.

Als Material zu den Röhren schlägt Tabor[1] Gufseisen, Kupfer vor. Insofern sie von letzterem Metalle ungleich feiner gearbeitet werden können, und das alte Metall immer einen bedeutenden Werth hat, würde man diesem sogar überhaupt den Vorzug einräumen können, allein für die großen langen, auf weite Strecken im Boden fortlaufenden Röhren wird man wegen der Kostbarkeit der ersten Auslage dem Gufse den Vorzug geben. Dagegen wird für die kleineren Röhren, welche in den Häusern und selbst in den Wänden hinaufgehen, Kupfer gewählt werden müssen, schon deswegen, weil diese Röhren von diesem Metalle so leicht jede erforderliche Biegung gegeben werden kann. Auch die äufsersten Enden der Röhren, an deren Mündung die Gasflamme brennt, können von Kupfer

1 S. a. a. O. II. 371.

nigt werden, wo nicht besser von Messing, indem dieses schöner abdrehen, leichter mit Hähnen versehen läßt, und einen aufgetragenen Goldfirniß eine größere Eleganz er- Dagegen aber meint CONGREVE [1], die Leitungsröhren von sen und auch die kleineren Zuleitungsröhren und Brenn- von Kupfer würden den Beobachtungen gemäß zu leicht sen. Wegen des vielfachen hieraus erwachsenden Nachtheils er daher vor, zu den größern Blei zu nehmen, und sie in chte Lage Thon zu legen, zu den kleineren aber Zinn, s dieser Gefahr nicht ausgesetzt ist. Daß das Zinn nicht sen werde, ist wohl richtig, allein ob es bei seiner Bieg- it hinlängliche Stärke habe; insbesondere aber durch die der Flamme an den Mündungen der Brennröhren nicht he, getraue ich mir nicht zu entscheiden; auf allen Fall TADOR bei seiner gründlichen Kenntniß der Sache, daß nnröhren hart angelöthet seyn sollen, um der Gefahr el- chmelzens durch Hitze zu entgehen.

Beschaffenheit der aus verschiedenen Stoffen erhaltenen Gasarten.

ne genaue Bestimmung der Beschaffenheit und Zusam- ung der zum Erleuchten verwandten Gasarten kann hier ngetheilt werden, insofern dieses in die Chemie gehört, er bloß von der Qualität des fabrikmäßig gewonnenen reinigten, zum Erleuchten bestimmten Gases, seiner raft und vortheilhaften Anwendbarkeit die Rede seyn In dieser Beziehung ist schon oben angegeben, daß das ch gewonnene Gas im Allgemeinen zur Erleuchtung nicht et ist, und selbst das aus harzigem Kienholze erhaltene an daher zu diesem Zwecke nicht verwenden, wenn man t als Nebenproduct benutzen kann. Es genügt daher nur ei Gasarten, nämlich das *Steinkohlengas* und das soge- *Oelgas* zu berücksichtigen.

eber die verschiedenen, zum Erleuchten anwendbaren n, welche im Allgemeinen aus kohlenstoffhaltigem Was- gas von ungleichen quantitativen Verhältnissen des Antheils hlenstoff bestehen, sind viele ältere und neuere Untersu-

[1] Ann. of Phil. V. 418.

chungen vorhanden [1], welche sich vorzüglich auf eine Vergleichung der verhältnifsmäfsigen Leuchtkraft beider beziehen. Als allgemeines Resultat geht hieraus unverkennbar hervor, dafs die Weifse und Helligkeit des Oelgases die des Steinkohlengases um ein Vielfaches übertrifft. Dennoch aber wird letzteres durch ersteres namentlich in England nicht ganz verdrängt werden, wo Steinkohlen von vorzüglicher Güte leicht im Ueberfluſs zu haben sind. Die Ergiebigkeit der Steinkohlen an gutem, hellbrennendem Gase ist sehr verschieden. Einige derselben geben die Tonne 7000 Cub. F. Gas, andere, insbesondere die schwefelkieshaltigen, sind für diesen Zweck die schlechtesten; am brauchbarsten dazu sind die sogenannten *candle-coals*, welche die minder wohlhabenden Einwohner früher als Lichter brannten. Man erhält aus ihnen von der Tonne 12000 Cub. Fuſs hell brennendes Gas. Andere genäherte Angaben sind schon oben mitgetheilt, [illegible] wenn man berücksichtigt, daſs die nach der Gasbereitung [illegible] bleibenden Coaks die angewandten Steinkohlen an Volumen [illegible] treffen und zum Brennen für manche Zwecke noch geeig[illegible] sind, so wird man sie an solchen Orten, wo sie in hinlänglicher Menge und von der erforderlichen Güte zu haben sind, [illegible] cher mit Vortheil zur Gasbeleuchtung verwenden können. [illegible] Oertern dagegen, wo keine vorzüglich gute Steinkohlen [illegible] ben sind, fällt ein entschiedener Vortheil auf die Seite [illegible] gases [3].

Nach den meisten darüber vorhandenen Angaben [illegible] gens das *Oelgas* nicht bloſs einen relativen, sondern auch [illegible] nen absoluten Vorzug vor dem Kohlengas, obgleich die Be[illegible] anstalten des letzteren keineswegs verdrängt werden, und [illegible] ternehmer solcher Anlagen zur Beleuchtung groſser Städte [illegible] Continente, ohngeachtet dort die guten Steinkohlen schw[illegible] zu erhalten sind, sich bis jetzt noch ausschlieſslich auf Ste[illegible] lengas beschränken. Indem aber über den Vortheil der [illegible] oder der andern Anlage nur eine auf die örtlichen Beding[illegible] gestützte genaue Berechnung entscheiden kann, so begnüg[illegible]

1 Vergl. unter andern Berthollet in Mém. de la Soc. d'[illegible] II. Thomson bei G. XXXIV. 390. Henry in Phil. Trans. 18[illegible] Herapath in Phil. Mag. and Journ. 1823. June p. 424. Elliot [illegible] p. 401. Ferry in Revue encyclop. 1824. p. 12 und 497.

2 Dewey in Ann. of Phil. New Ser. VI. 401.

3 Vergl. Christison und Turner in Edinb. Phil. Journ. XXVII.

hier einige der wichtigsten Urtheile und Zeugnisse über
Gegenstand beizubringen. Nach Dewey [1] ist das speci-
Gewicht von Kohlengas = 0,4069, von Oelgas aber
, das der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt, und es
von jenem 4,85 Cub. F., von diesem 1,37 Cub F. gleiche
keit. Phillips und Faraday dagegen fanden bei einer
Kohlengas mit Oelgas verglichen die spec. Gew. von jenem
291, von diesem = 0,9675, die Helligkeiten aber wie die
1 und 3,567; bei einer anderen Sorte aber die spec. Gew.
069 und 0,9395, die Helligkeiten aber = 1 und 3,541.
gaben von Thomson [2] über Gasarten aus zwei verschie-
Fabriken stimmen hiermit vollkommen überein.
sbesondere räumt Prechtl dem Oelgase einen entschiede-
orzug vor dem aus Steinkohlen gewonnenen ein [3]. Sind
im Zustande ihrer erforderlichen Reinheit, wonach jenes
pec. Gew. = 0,9395, dieses aber = 0,4069, das der at-
sphärischen Luft = 1 gesetzt, haben soll, so giebt 1 Cub. F.
jenem eben so vieles Licht, als 3,5 Cub. F. von diesem.
as entspringt aber hinsichtlich der Gasometer, der Röhren
selbst der Arbeiter eine bedeutende Ersparnifs, besonders
man berücksichtigt, dafs die gesammten Apparate auch
Sommer hindurch erhalten werden müssen, wenn der ei-
liche Gasverbrauch oft bis auf 0,1 des im Winter erforderli-
herabsinkt. Dieses soll dann auch in Anschlag gebracht
n, um den Preis des allerdings viel theurern Oeles zu
ensiren. Hierzu kommt die grofse Hitze, welche durch
Steinkohlengas im Verhältnifs der verbrauchten Menge er-
wird, und dafs das Oelgas wegen der gröfseren Intensität
Lichtes sich allein zum Comprimirtwerden in Gefäfsen eig-
Der wechselnde Preis des Oeles kommt nach ihm weniger
Betrachtung, weil zur Fabrication des Oelgases schlechtes
im Preise von 47 Franken das Hektoliter gebraucht werden
, während die Argand'schen Lampen gereinigtes im Preise

[1] Ann of Phil. New Ser. VI. 401. Daraus in Kastner's Archiv II. Es befinden sich dort verschiedene Nachrichten über die Gasbeleuchtung. Das hier überall von dem in London bereiteten Gase angegebene geringe spec. Gew. ist sehr beachtenswerth, weil später ganz andere Angaben vorkommen werden.

[2] Ann. of Phil. New Ser. VI. 404.

[3] Phil. Mag. LXVI. 203. Daraus bei G. LXXVI. 113

von nahe 57 Franken bedürfen. Wegen der vielen Nebenbedingungen, denen das Brennen der Argand'schen Lampen unterliegt, ist es erklärlich, dafs 100 Pfund rohes Oel in Gas verwandelt, auf die Art, wie dieses durch TAYLOR und MARTINEAU in London geschieht, eben so viel Licht geben sollen, als 130 bis 150 Pfund auf einer Argand'schen Lampe verbrannt, und bei einem Versuche, von CLÉMENT, DESORMES und PRUSS in London angestellt, erforderte eine neue Pariser Argand'sche Lampe 318 Pfund Oel, um gleiche Helligkeit zu geben, als Gas aus 100 Pfund bereitet, ein fast unglaubliches Resultat. ANDERSON[1] dagegen giebt an, dafs die Leuchtkraft des vorzüglich guten Kohlengases der Perth-Gasfabrik sich zu der des Oelgases wie 1 zu 1,5 verhält. Nach seiner Berechnung giebt 1 Gallone Oel 100 Cub. F. Gas, 40 Pfund Kohlen aber geben 160 Cub. F., wonach der Preis von jenem bei gleicher Leuchtkraft sechsmal gröfser ist[2]. Nicht viel höher wird das Verhältnifs der Leuchtkraft beider Gasarten durch LESLIE und FIFE gefunden, welcher letztere diesem Gegenstande eine ausführliche Untersuchung gewidmet hat[3], wie dieses in noch gröfserem Umfange schon früher durch BRANDE[4] geschehen ist. RICARDO[5] dagegen will jenes Verhältnifs = 1 zu 4 gefunden haben, und berechnet hiernach, dafs das Oelgas noch wohlfeiler zu stehen sey, als Steinkohlengas. Um indefs über diese allerdings sehr wichtige Frage nicht allzuweitläufig zu seyn, theile ich hier der Kürze diejenigen Resultate mit, welche CHRISTISON und TURNER durch eine ausführliche Untersuchung dieses Gegenstandes gefunden haben[6]. Nach einer Zusammenstellung von DEWEY wurde das Verhältnifs der Leucht-kraft beider Gasarten gefunden

Nach BRANDE	= 1 : 2,50	Nach DEWEY	= 1 :
NIELSON	= 1 : 2,25	FIFE	= 1 :
HERAPATH, ROOTSEY	= 1 : 2,40	LESLIE	= 1 :
		DALTON	= 1 :
PHILLIPS, FARADAY	= 1 : 3,50	RICARDO	= 1 :

1 Edinb. Phil. Journ. XXIII. 171.

2 Ebend. XXIV. 386.

3 Ebend. XXI. p. 171. XXII. p. 367. Vergl. Dingler Polyt. XV. 104.

4 Phil. Trans. 1820. 1. ff.

5 Ann. of Phil. New. Ser. I. 209, 300 u. 383.

6 Edinb. Phil. Journ. XXVIII. 1. ff.

sache dieser grofsen Abweichungen liegt sehr einfach in gleichen Beschaffenheit der verglichenen Gasarten, indem anz andere Resultate herausstellen müssen, wenn das ste Oelgas mit dem besten Steinkohlengase verglichen ls im umgekehrten Falle. Dafs aber solche Verschieden- wirklich vorhanden sind, beweiset das sehr ungleich ge- spec. Gew. beider Gasarten, woraus ein ungleiches Mi- verhältnifs derselben nothwendig folgt. Aus zwei Rei- genauen Versuchen, welche Christison und Turner Gasarten anstellten, deren spec. Gew. sie = 0,578 und nden, erhielten sie jenes Verhältnifs = 100 zu 223,5 zu 217, woraus im Mittel nahe 1 zu 2¼ folgt. Dieses nifs, welches zwischen allen angegebenen so ziemlich die lt, kann füglich als ein mittleres angenommen werden, dann die äufsersten Grenzen hauptsächlich auf der gerin- vorzüglichen Güte des Kohlengases beruhen. Letzteres der Angabe der genannten Gelehrten so viel besser, je sein spec. Gew. ist, welches bis 0,700 steigen kann, aus ten Kohlen bereitet aber nicht über 0,450 hinausgeht, dieser Art ist namentlich das in London bereitete, weils auch dort die Oelgasfabriken füglich und selbst mit Vor- stehen können, weil die besten, nämlich die Kannel- daselbst kaum zu haben sind. Das Oelgas dagegen ist ziemlich gleich und soll im Mittel ein spec. Gew. von haben, vorausgesetzt, dafs es gut bereitet wird, weil es gegengesetzten Falle selbst bis zu einem spec. Gew. von herabsinken kann [1].

so viel wird hinreichen, um eine Uebersicht von einer zu geben, welche seit mehreren Jahren vieles Aufsehen cht hat und noch gegenwärtig macht. Nun endlich noch ge zu beantworten, ob und in welchem Verhältnifs diese chtungsart der sonst üblichen durch Oel oder Unschlitt vor- hen sey, ist eine sehr schwierige Aufgabe. Was zuvör- die Art und Schönheit beider Erleuchtungsarten betrifft, so ler Vorzug ganz entschieden auf die Seite der Gaslichter, schon die Flamme des guten Steinkohlengases übertrifft je- erzenlicht an Weifse, Sanftheit und Erhellung bei wei-

---

[1] Berzelius giebt das spec. Gew. des Oelgases zu 0,9804 des Koh- ses zu 0,559 an. S. Weber's Gewerbekunde I. 517.

tem, die Flamme des besten Oelgases aber übersteigt in dieser Hinsicht jede Erwartung, und hat eine solche blendende Schönheit, dafs ihr hiernach ein entschiedener Vorzug eingeräumt werden mufs. Etwas ganz anderes aber ist die Rücksicht auf den Preis beider Beleuchtungsarten. In dieser Hinsicht hat das Oel allezeit einen grofsen Reiz, und man könnte bei dem Anblicke der so ausnehmend ins Grofse gehenden Vorrichtungen für die Bereitung, Aufbewahrung und Fortleitung dieser Gase leicht auf den Gedanken gerathen, dafs theils die Vorliebe für eine neue Erfindung, theils die Schönheit des Eindrucks, welchen eine solche Beleuchtung macht, die höheren Kosten übersehen mache. Dabei dürfte man immerhin annehmen, dafs in solchen Gegenden, wo gute Steinkohlen leicht und wohlfeil zu haben sind, man sich derselben mit Vortheil zur Bereitung des Leuchtgases bedienen könne; wie es aber möglich sey, dafs man den bedeutend gröfseren Kostenaufwand das Oel durch so kostspielige Operationen und Apparate erst in Gas verwandele, um auf diese Weise zu verbrennen, und dieses Letztere nicht unmittelbar durch einen Docht bewerkstellige, dieses scheint in der That unbegreiflich. Wirklich haben sich auch verschiedene Gelehrte gegen ein solches Resultat erklärt, insbesondere Clement, welcher die durch Gengembre sehr empfohlene Oelleuchtung mit Widerlegung der für dieselbe vorgebrachten Gründe gerade zu derjenigen Zeit sehr herabsetzte, als man in Paris mit einer Anlage für diesen Zweck lebhaft beschäftigt war. Nach seinen Berechnungen, welche übrigens das Ganze nicht bis in die Einzelnheiten vergleichbar zusammenstellen, würde selbst in London die Beleuchtung mit Steinkohlengas doppelt so theuer zu stehen kommen, als mit gewöhnlichem Oele, mit Oelgase aber die letztere um mehr als das Dreifache übersteigen[1]. Auch Vismara will durch eine lange Reihe von Versuchen, worin er die verschiedensten Oele und Fette in Gas verwandelte, und das hieraus erhaltene Licht mit dem durch ihre unmittelbare Verbrennung gegebenen verglich, zu dem Resultate gelangt seyn, dafs Ersteres auf allen Fall bedeutend theurer zu stehen komme[2]. Die Gründe des letzteren werden gröfstentheils durch Tabor vollständig beseitigt, und wenn es auf den ersten Blick

1 Journ. de Phys. XC. 150.

2 Aus Bibliotheca Italiana bei Tabor a. a. O. II. 559.

nz unmöglich scheint, dafs bei so vielfachen erforderlichen
paraten und Vorarbeiten dennoch die Beleuchtung mit Oel-
ie nicht theurer, geschweige denn sogar wohlfeiler seyn sollte
mit Oele, so läfst sich die Möglichkeit dieses anscheinend
adoxen Satzes allerdings darauf gründen, dafs das Oel beim
öhnlichen Verbrennen durch den Einfluſs des Dochtes und
iger beigemischter Substanzen eine ungleich dunklere Flamme
ern könnte, als nach seiner Verwandlung in Gas, und wenn
o seine Leuchtkraft hierdurch mehr als doppelt so grofs würde,
Kosten aber auf nicht mehr als seinen einfachen Werth sich
iefen, so würde jene Methode dennoch immer wenigstens ei-
en Vortheil gewähren. Wirklich findet gerade diese Voraus-
ung um so mehr statt, je schlechter und dunkler brennend
zur Zersetzung verwandte Oel ist [1].

In dem gegenwärtigen Augenblicke kann die Frage, ob die
beleuchtung Vortheil oder Schaden bringe, nicht füglich
ir aufgeworfen werden, da die Actionäre der Gasbeleuch-
gsanstalten die Unternehmungen nicht blofs seit mehreren
en fortsetzen, sondern noch stets erweitern, und selbst in
iehung auf Oelgas liefert die grofse Anlage von TAYLOR und
ATINEAU in London den factischen Beweis, dafs noch im-
einiger Gewinn damit verbunden seyn mufs [2]. Es würde

---

1 Der Vorschlag des Amerikaners OLMSTED, welcher später durch
M wiederholt ist, nämlich statt des Oeles die ölgebenden Früchte
Destillation zu unterwerfen, scheint mir der Beachtung sehr
h. S. Brugnatelli Giorn. 1827. Marzo e Apr. S. 156.

2 Schon im Jahre 1825 waren in 52 Städten Grofsbritanniens 69
Parlamente privilegirte Gasgesellschaften, und die Actien der
s-Compagnie waren von 100 auf 285 gestiegen. Unter jenen sind
lgasgesellschaften S. Weber Gewerbekunde I. 515. Dafs TAYLOR
ATINEAU in London ihr Einschufskapital schon wieder gewonnen
, und ihre Oelgasbereitung mit Vortheil fortsetzen, weifs ich
icheren Mittheilungen. In dem Prospectus der Londoner trag-
Gasbeleuchtungsanstalt wird aufserdem behauptet, dafs 6 Cu-
s des besten Oelgases eben so viel Licht geben, als 1 Pf. Wachs-
. Die Oelgascompagnie von *White Chapsal Road* in London
ift aber 1000 Cub. F. Oelgas für 50 silbl. und somit kosteten
. F. oder das Aequivalent von 1 Pf. Wachslichtern nicht mehr
wa 11 xr. rhein. oder 2, 4 gGr. Preufs. Cour., welches auch auf
ppelte erhöhet noch immer sehr wohlfeil seyn würde. S. Weber
bekunde I. 533.

mir übrigens sehr angenehm seyn, wenn ich auch diesen wichtigen Theil der Untersuchung durch eine Berechnung der Kosten in mindestens sehr genäherten Werthen erschöpfend vortragen könnte, allein bei den örtlich zu sehr verschiedenen Preisen der erforderlichen Materialien ist dieses ganz unmöglich, und ich begnüge mich daher mit folgenden wenigen Bemerkungen.

Das Gaslicht ist auf allen Fall ein sehr schönes, ungemein helles, und sein freies Verbrennen ohne Docht, ohne Erfordernis des Putzens, des Zugiefsens von Oel oder Fett und ohne die hiermit nothwendig verbundene Unreinlichkeit ist etwas sehr angenehmes. Die Regeln seiner Bereitung bis zur Verbrennung habe ich vollständig genug angegeben, so dafs daraus selbst die für einen gegebenen Zweck erforderliche Gröfse der Apparate leicht gefunden werden kann, wobei ich noch hinzusetzen will, dafs es vortheilhaft und in gewisser Beziehung fast nothwendig ist, die Oefen und Retorten unausgesetzt in ihrer Hitze zu erhalten, weil das abwechselnde Erkalten und Erhitzen viel Brennmaterial erfordert und Beschädigung herbeiführt. Ist es daher blos darum zu thun, eine solche Anlage im Kleinen herzustellen, wobei es auf einen etwas gröfseren oder geringeren Kostenaufwand nicht ankommt, etwa bei einem Gartenhause oder einem kleineren, zur öffentlichen Unterhaltung bestimmte Gebäude, so werden die mitgetheilten Angaben hinreichen, um die Sache überhaupt zu beurtheilen und durch gewöhnliche Arbeiter ausführen zu lassen. Gröfsere Anlagen dagegen erfordern schon einen Sachverständigen, welcher durch Erfahrung belehrt ist und andere Anlagen gesehen hat. Zugleich hat jedoch Tabor sehr Recht, wenn er vor herumziehenden Künstlern warnt, denen bei einiger Empirie die Kenntnifs der dabei in Betracht kommenden physikalischen Gesetze gänzlich fehlt, und welche daher durch zweckwidrige Construction unnöthige Kosten verursachen. Dafs aber sehr ausgedehnte Anlagen, z. B. zur Beleuchtung ganzer Städte, nur durch eigentliche Sachkenner mit der erforderlichen Sicherheit ausgeführt werden können, liegt schon in der Natur der Sache [1].

---

1 Für jede Anlage, sey es im Grofsen oder im Kleinen, ist das oben angegebene Werk von Tabor theils zur Beurtheilung der Sache, theils zur Leitung und Herstellung des Ganzen mit Vor-

Einige, namentlich Clément und Vismara haben unter Gegengründen gegen die Gasbeleuchtung auch die Gefahr schlag gebracht, welche daraus entstehen kann, dafs das gas mit atmosphärischer Luft gemengt in Knallgas ver- ert werde, und bei der Entzündung eine furchtbare Explo- rursachen könne. Dafs so etwas möglich sey, kann nach tischen Gründen nicht in Abrede gestellt werden, auch t die Erfahrung einige Beispiele der Art auf. Weil indefs ometer in der Regel und bei grofsen Anlagen allezeit im s und aufserhalb der Städte sich befinden, so ist von dieser r keine Gefahr zu befürchten, weil das entweichende ch sogleich zerstreuet. Sollten aber kleinere eingeschlos- Gasometer etwas Gas ausströmen lassen, oder ein Hahn in eingeschlossenen Raume offen gelassen seyn, so wird das chende Gas, insbesondere das Steinkohlengas, durch sei- chst widrigen Geruch augenblicklich so sehr kenntlich, me ganz unbegreifliche Nachlässigkeit dazu gehört, nicht ch nachzusehen, um dem Mangel abzuhelfen; und auch ll einer bedeutenden Ausströmung ist keine Gefahr zu be- en, wenn man vermeidet, dem entstandenen Knallgase ein zu nähern. So viel geht indefs hieraus zugleich hervor, die Schliefsungskrahnen den Muthwilligen, den Irren und ingen in Zwangsanstalten, Kindern, Betrunkenen und n unbesonnenen Menschen nicht frei zugänglich seyn n. Uebrigens hat man bei hinlänglich schliefsenden Ap- n und bei genügender Vorsicht, dafs eine zufällig erlo- e Flamme sogleich wieder entzündet werde, von einem eiteten widrigen Geruche nichts zu befürchten, indem das ndig verbrannte Gas nicht riechbar ist, und aufserdem er- en die Flammen nicht leicht oder gar nicht, aufser durch gen Luftzug, wogegen sie durch eine schützende Glasglocke hert seyn müssen, und wenn etwa bei sehr heftiger Kälte ngen Röhren durch einen Niederschlag aus dem Gase ver- t werden. Um indefs dem Ausströmen des Gases aus einem

---

t werden, weil die darin enthaltenen Angaben eben so vollstän- ls zuverlässig sind. Von den seitdem geschehenen Vorschlägen Verbesserung des einen oder des andern habe ich das mir nütz- scheinende aufgenommen, die meisten sind indefs der Beachtung t werth.

zufällig nicht verschlossenen Krahne zu begegnen, hat C. Jennings[1] eine Vorrichtung angegeben, welche bewirkt, daſs der Krahn in diesem Falle sich selbst schlieſst. Weit zweckmäſsiger ist indeſs ein anderer Vorschlag dieser Art von W. Warden, welcher für diesen sogenannten *Safety Gas Burner* die silberne Medaille erhalten hat[2]. Den unteren Rand der Flamme umgiebt ein Reif aus Messing und Stahl oder aus zwei anderen Metallen, welche sich durch Wärme ungleich ausdehnen[3]. Dieser Reif a b, welcher an einer Seite offen ist, wird durch die Hitze der Flamme ausgedehnt, verschlieſst dann durch stärkere Ausdehnung des äuſseren Theiles des Reifes die Oeffnung zwischen den beiden hervorstehenden und umgebogenen Theilen b c, und hält somit den Draht e d fest, welcher vermittelst der Hebelarme e f, f g mit dem Krahne g verbunden ist. Soll das Gaslicht angezündet werden, so hebt man den Draht e d in die Höhe, bis er zwischen den Flügeln b c festgehalten wird, und wenn die Flamme zufällig erlöscht, so erkaltet das Metall sehr schnell, die beiden Flügel lassen den Draht los, dieser fällt herab, und der Krahn wird durch das Gewicht der Hebelarme verschlossen. Die Zweckmäſsigkeit des Apparats ist durch die Erfahrung bestätigt.

Fig. 173. u. 174.

Es scheint mir überflüssig, noch diejenigen Apparate einzeln zu beschreiben, welche man vorgeschlagen hat, um für den Bedarf einzelner Familien das Leuchtgas im Kleinen zu bereiten[4]. Solche Vorrichtungen könnten nach der mitgetheilten Beschreibung der gröſseren Apparate leicht construirt werden, allein aus der Betrachtung der groſsen Hitze, welche das Oel mit seiner Zersetzung bedarf, ergiebt sich leicht, daſs sie nicht füglich mit Vortheil hergestellt werden können. Dagegen wird es nöthig seyn, noch mit wenigen Worten einige Vorschläge zu würdigen, welche sehr nahe bei der Sache liegen, und die

1 Newton's Journal of the Arts. IX. 179.

2 Edinb. Journ. of Sc. XIII. 125.

3 Zink und Stahl geben bekanntlich die gröſste Differenz der Ausdehnung.

4 Vorschläge hierzu findet man unter andern in Mech. Mag. Vol. I. Part. 2. p. 401. Vol. II. Part. X. p. 177. Descriptions des Machines et Procedés specifiés dans les Brevets d'Invention etc. VII. 365.

wohl nicht füglich unterbleiben konnten. Die Bereitung elgases ist nämlich nur ein etwas zusammengesetzterer s als derjenige, welchen eine brennende Oellampe darbie- lich bei der letzteren steigt nämlich das Oel in dem haar- enartigen Dochte in die Höhe, wird durch die Hitze der e zersetzt, und in Leuchtgas verwandelt, welches ver- . und hierdurch zugleich die zur Zersetzung des Oeles rliche Hitze und die Erleuchtung giebt. Aufserdem ma- he *dochtlosen Lampen* oder die kleinen *Gas-Nachtlämp-* anz eigentlich einen Uebergang von den gewöhnlichen n zu den Gaslichtern. Das Röhrchen, in welchem hier- Oel aufsteigt, mufs von Glas seyn, weil dieses als ter Wärmeleiter die erzeugte Hitze nicht durch Ableitung ärme vermindert, so dafs eine fortdauernde Zersetzung les erreicht werden kann. Durch das Anzünden der che des Oeles in einer geringen Ausdehnung wird blofs glühend, dabei in Gas verwandelt, welches fortbrennt, rdurch zugleich die Oberfläche zur Erzeugung von neuem e bringt [1]. Dafs hierbei wirkliches Oelgas erzeugt werde, hon aus der ungewöhnlichen Helligkeit und Weifse der e hervor, und wenn auf solche Weise die Flamme des ach unten hin eine zur Zersetzung des Oeles hinlängliche iebt, so sollte man erwarten, dafs die Flamme des ver- n Gases nach oben hin und unter günstigeren Bedingun- e zur Zersetzung des Oeles und Umwandlung desselben chtgas genügende Hitze geben könnte, wodurch dann ich selbst speisende Gaslampe erhalten würde. Inzwi- läfst sich hierüber im Voraus schon Folgendes aus theore- n Gründen festsetzen. Der Unterschied der stärkeren chtkraft einer Oelgasflamme und des Lichtes einer Oellampe, er es möglich macht, dafs erstere ohngeachtet der kostspie- Apparate zur Bereitung des Gases noch mit Vortheil neben er bestehen kann, beruhet offenbar auf einer vollständi-

[1] Poggendorf Ann. X. 624. Manche dieser interessanten kleinen chen werden dadurch unbrauchbar, dafs sich eine sehr harte im Gasröhrchen absetzt, und dieses verstopft. Ob durch ei- Erweiterung des Röhrchens diesem Uebelstande begegnet werden , wage ich nicht zu entscheiden. Uebrigens wird dieser Um- , und dafs sie gutes, reines Oel erfordern, ihrer Anwendung im en im Wege stehen.

gern Zersetzung des Oeles, wonach der Kohlenstoff, welcher in der Lichtflamme nur allmälig verglühet, und aus derselben an kalten Körpern unzersetzt niedergeschlagen wird, wie ein in die Flamme gehaltener Metalldraht zeigt, in dem Oelgase weit inniger mit dem Wasserstoff verbunden ist, daher ungleich vollständiger glühet und die stärkere Leuchtkraft der Flamme bewirkt. Wenn nun die Hitze der gewöhnlichen Lichtflamme nicht hinreicht, das in ihr selbst vermittelst des Dochtes aufsteigende Oel vollsändig zu zersetzen, so ist noch weniger zu vermuthen, dafs dieses durch eine eben solche Flamme geschehen werde, wenn diese auf das in irgend einem Behälter eingeschlossene Oel wirkt. Hiergegen läfst sich allerdings einwenden, dafs die Hitze der Flamme auf das Oel der Lampe nur von unten wirkt, wo dasselbe durch den aufsteigenden kalten Luftstrom stets wieder abgekühlt wird, bei der vorgeschlagenen künstlichen Bereitung aber nach oben und folglich mit der ganzen Intensität; wenn man aber dagegen berücksichtigt, dafs im letzteren Falle durch das Gefäfs, welches das zu zersetzende Oel einschliefst, so wie durch die Zuleitungsröhre desselben und die Ableitungsröhre des Gases viele Wärme zurückgehalten abgeleitet und zerstreuet wird, so mufs auf allen Fall eine solche Art der Bereitung des Oelgases durch einen möglichst zweckmäfsig eingerichteten Apparat geschehen, ohne dafs man dann noch eines genügenden Resultats völlig gewifs seyn kann, wie mit auch die bisherigen Erfahrungen übereinstimmen. Indessen mag die nachfolgende Beschreibung dazu dienen, wenigstens vorläufig einen Apparat anzugeben, wodurch jene Wahrscheinlichkeit durch neue Versuche zur Gewifsheit erhoben oder wonach irgend eine zweckmäfsigere Vorrichtung ausgedacht werden kann, um die Sache, wo möglich, dennoch zu realisiren. Ein nicht genannter Erfinder [1] giebt folgende Beschreibung einer solchen sich selbst speisenden Gaslampe, *(self feeding Gas lamp)*. Das Oelgefäfs A erhält sein Oel durch die mit einem Trichter versehene Rohr B, und damit durch das Ausfliefsen des Oeles kein luftverdünnter Raum entstehe, steht mit dem Behälter C eine durch die punctirten Linien angedeutete Röhre L in das Gefäfs A geleitet. Der Raum C dient zur

Fig. 175.

1 Edinb. Journ. of Sc. X. 344.

des Gases, welches dann durch die Röhren G, G herab-
wird, unter den Gläsern F, F verbrennt, und durch seine
Höhlung D concentrirte, und noch aufserdem durch den
nen Schirm E zusammengehaltene Hitze aufs Neue Gas
. Wird nämlich der Hahn I geöffnet, so tröpfelt das Oel
das Röhrchen K auf die mit schmalen horizontalen ble-
Ringen umgebene Wölbung D, wobei die Ringe dazu
, um das Abfliefsen des Oels auf den Boden des Gefäfses
indern, und somit eine vollständigere Zersetzung zu be-
Soll die Maschine in Gang gebracht werden, so wird
rne, oder besser kupferne, Bolzen H glühend gemacht,
er die Wölbung D gehalten, bis durch die mitgetheilte
ne Theil Oel in Gas verwandelt ist, und beim allerersten
che mufs man zwei solcher Bolzen haben, um vorläufig
osphärische Luft auszutreiben.

Ehe diese allerdings sinnreich construirte Lampe wirklich
ht werden, so erfordert sie einige wesentliche Verbes-
n. Es kommt nämlich gar sehr darauf an, dafs die Quan-
s zufliefsenden Oels gehörig regulirt werde, damit sie
u grofs noch zu klein sey, welches zwar durch die mehr
oder vollständige Oeffnung des Hahns bei I geschehen
llein da man hierüber gar kein Mafs hat, auch in den
C nicht hineinsehen kann, so müfste der Hals der Urne A
Gefäfs C eingeschmirgelt seyn, um sie herausnehmen,
Gefäfs C ausleeren zu können. Wird aber aufserdem
pe ausgelöscht, so strömt das durch die nachbleibende
och erzeugte Gas aus, das im Behälter C zurückblei-
rkaltet, zieht sich zusammen, und es dringt atmosphä-
Luft ein, welche beim Wiederanzünden der Lampe eine
ion veranlassen kann, oder vorher wieder ausgetrieben
muls. Es ist aber fraglich, ob man nicht die beiden
GG mit Hähnen versehen, und schliefsen könnte, um
pe auszulöschen. Das durch die nachwirkende Hitze
Gas möchte dann immerhin eine Compression bis zum
oder achtfachen der atmosphärischen Luft erhalten, so
dann die beim Wiederanzünden anfangs stärkere Flamme
lienen, den Apparat sowohl zu erwärmen, als auch das
eiter zu zersetzen. Hiermit würde dann auch die grofse
emlichkeit wegfallen, die Lampe allezeit mit dem eiser-
olzen in Gang zu bringen, welches übrigens vielleicht be-

quemer durch eine oder einige Kerzen geschehen könnte. D
Erfinder behauptet übrigens, die Lampe liefere Gas genug, u
drei Flammen zu speisen, welches ich gern glaube, denn i
bin ohnehin überzeugt, dafs des verhältnifsmäfsig geringer
Wärmeverlustes wegen die Vorrichtung eher in einem grösse
als in einem kleineren Mafsstabe ausgeführt werden könnte.

Die Unbequemlichkeit der Anwendung des eisernen Bo
zens wird durch einen anderen ähnlichen Apparat vermied
welcher noch aufserdem den Vortheil hat, das etwa in zu g
ringer Quantität bereitete Oelgas durch einen Zusatz von Wa
serstoffgas zu vermehren, und das beim Auslöschen der La
noch weiter entwickelte Oelgas aufzubewahren. Die Idee i
durch den Kunsthändler Albrat in Frankfurt ausgeführt, v
welchem ich ein Modell zur Beschreibung erhalten habe. Di
Lampe könnte mit einigen Verbesserungen vielleicht dazu di
nen, die Sache zu realisiren, ob gleich die erste Ausfüh
noch zu unvollkommen ist, um das zu leisten, was man v
langt. Das Ganze gleicht einer gewöhnlichen Zündlampe, u
wird aus verdünnter Schwefelsäure und einer herabhäng
Fig. Zinkstange Wasserstoffgas in dem unteren Behälter A ben
176. und durch die in das Gefäfs B hinaufgetriebene v
Schwefelsäure gesperrt. Das Wasserstoffgas entweicht n
Eröffnung eines Hahns bei α aus der lothrechten Brenn
wird an deren Spitze angezündet, und spült unter den
Behälter b, in welchen das aus der zur Ueberwindung d
drostatischen Druckes der verdünnten Säure in B propor
lich langen, und oben mit einem Trichterchen versehenen
c d nach Oeffnung des Hahns bei β herabfliefsende Oel
wird. Das so bereitete Gas strömt durch die herabwärts
gene Röhre e f g in das Gefäfs A, wird zur Reinigung
telst der Röhre h i durch die verdünnte Schwefelsäure
vermischt sich mit dem Wasserstoffgase in A, und strö
demselben gemeinschaftlich aus, um zu verbrennen, und
eben so viel Gas bereitet wird, als verbrennt, so mufs na
niger Zeit fortdauernd blofses Oelgas verbrannt werden.
dem hier beschriebenen Modelle ist übrigens die Gasflamm
der Behälter zur Gasbereitung offenbar zu klein, auch die F
viel zu wenig concentrirt, als dafs die Hitze zur Erzeugu
ner hinlänglichen Menge Oelgas genügen sollte.

Gasometer.

imeter, Gasmesser, Luftmesser; *Ga-rum;* Gazomètre; *Gazometer.*

eser Name bedeutet zunächst ein Werkzeug, womit eine Quantität irgend einer Gasart oder Luft gemessen wird. m gegenwärtigen Standpuncte der Wissenschaft kann ehmen, dafs es überhaupt dreierlei Arten von Gasome-bt. Die erstere begreift die grofsen und kleinen Behäl-ch, welche zur temporären Aufbewahrung des zur Be-g bereiteten Gases dienen: die zweite diejenigen Appa-ren man sich seit Lavoisier zu bedienen pflegte, um ne Quantitäten Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zu ver-, um gegen die frühere Annahme der Einfachheit des zu beweisen, dafs dasselbe aus diesen beiden Gasarten ; die dritte endlich solche, meistens durch Wasser ge-Behälter, worin gemessene oder nicht gemessene Quanti-gend einer Luft- oder Gasart eingeschlossen und aufbe-rden, hauptsächlich um sie, wo möglich gleichmäfsig, selben ausströmen zu lassen. Blofse Röhren oder kleine , welche übrigens ganz eigentlich zum Messen geringer ien von Gas bestimmt sind, pflegt man nicht mit dem *Gasometer* zu bezeichnen, sondern nennt sie vielmehr ren, *Mefswerkzeuge* oder schlechtweg Mafse.

e zur ersten Classe gehörigen Gasometer, nämlich diejе-welche zur Aufbewahrung des Leuchtgases dienen, sind inlänglich beschrieben [1], und können daher hier ganz gen werden. Bei weitem am bedeutendsten sind die Ga-der zweiten Classe geworden, von denen auch ursprüng-Bezeichnung dieses Namens ausging, und die grofse Re-der Chemie, welche, durch Lavoisier begründet, das ten verbannte und die Zusammensetzung des Wassers n Gasarten vermittelst solcher Apparate bewies und an-ch darstellte, verschaffte den letzteren eine grofse Cele-so dafs nicht leicht in den physikalischen oder chemi-Cabinetten ein nach der einen oder der andern der ver-enen Angaben construirtes Exemplar fehlt. Gegenwärtig

[1] S. Art. *Gasbeleuchtung.*

aber ist diese allerdings wichtige Entdeckung so vollständig bestätigt, mit so unzähligen anderen Phänomenen so innig verbunden, und so ganz eigentlich in das Gebiet der Chemie übergegangen, dafs eine genaue Beschreibung dieser Apparate der Physik nicht weiter angehört, weſswegen ich mich begnüge, hier das wesentlichste mitzutheilen, was zur Geschichte und Literatur diser Apparate gehört [1].

Der erste allgemein bekannt gewordene Apparat, welcher zur Erzeugung des Wassers aus dem Verbrennen eines Gemenges von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas diente, wurde nach 1783 von Lavoisier und Meusnier gebraucht [2], bestand aus einer Art von Cylindergebläse, war aber sehr complicirt, und kostete 1800 Franks. Es geschahen daher viele Vorschläge, das Instrument theils wohlfeiler, theils bequemer zu machen. Unter andern gab sich van Marum viele Mühe, den Mechanismus vortheilhafter herstellen zu lassen; er änderte daher seine zuerst angegebene Maschine [3] später in verschiedenen Stücken wieder ab [4], und sie gehört daher mit unter die zweckmäfsigst construirten, die es gibt. Dem von Lavoisier am nächsten nachgebildet ist dasjenige Gasometer, welches Dumotier in Paris für v. Hauch in Kopenhagen um den dritten Theil des Preises verfertigte, den Lavoisier's Apparat gekostet hatte [5]. Noch einfacher ist endlich der Apparat, welchen Cuthbertson [6] sich verfertigte, um die Erzeugung des Wassers aus den beiden Gasarten zu zeigen, und derjenige, dessen sich Fortin zu ähnlichen mit Lefèvre angestellten Versuchen bediente [7]. Ungleich zusammengesetzter und künstlicher ist dagegen Seguin's Gasometer [8], und doch so einfache, mit genügender Sicherheit anwendbare, zugleich

1 Vgl. G. II. 185. Verschiedene hier nicht angegebene Gasometer, z. B. von Monge, von Desrochers u. Berard u. a. sind beschrieben in Encyclopédie Method. T. III. p. 313.

2 Lavoisier Traité élém. de Chem. II. 342.

3 Gren's J. d. Ph. V. 154. Lichtenb. Mag. VIII. 2. 68.

4 Gren. VI. 3.

5 Physikalische, chemische, naturhist. Abhandl. aus d. Samml. der Kopenh. Denksch. übers. von Scheel u. Degen. I. 9. Vrgl. Gren N. J. II. 1.

6 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. II. 235.

7 Journ. de Ph. 1788. Dec.

8 Bulletin de la Soc. Phil. An. V. p. 75. Vrgl. G. II. 188.

e Apparat, welchen J. T. Mayer [1] in Vorschlag brachte
irklich ausführen liefs, verdiente daher zu seiner Zeit
liche Aufmerksamkeit. Unter den übrigen vorgeschlage-
nstructionen nenne ich nur noch die von Fischer [2], von
[3], von Tries [4] und von Steevens [5]. Am zweckmä-
construirt, und zugleich Bequemlichkeit mit Sicherheit
serer Eleganz vereinigend ist das Gasometer, welches
ror angegeben hat [6], wovon ich daher hier eine Zeich-
d Beschreibung mittheile. Dasselbe besteht aus zwei
Behältern A, A (deren eins mit Aufopferung der äu- Fig.
Schönheit am zweckmäfsigsten für die Erzeugung des 177.
aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas doppelt so grofs
nte, als das andere), bestimmt zur Aufnahme der Gas-
In ihnen befinden sich die Thermometer α, α, und ober-
Heberbarometer β, β. Jedes hat unten eine Schraube
s welcher das zur Füllung dienende Wasser ablaufen
leren Oeffnung aber so klein seyn mufs, dafs der Luft-
n Abflufs ohne gleichzeitiges Einströmen der Luft von
möglich macht. An der Seite dieser Gefäfse befinden
dnirte Glasröhren $\gamma\gamma$, $\gamma\gamma$, welche oben und unten mit
lasen communiciren, und daher die Höhe des Wassers
lben angeben, mithin auch den, durch vorhergegangene
g bestimmten Cubikinhalt des darin befindlichen Gases,
Spannung durch die Heberbarometer β, β angegeben
Vermittelst der, oben in einen Trichter erweiterten Röh-
, $\delta\delta$ werden die Gefäfse mit Wasser gefüllt, durch die
nten elastischen Röhren c, c aber mit Gas, während die
rometer verschlossen sind, und das Wasser durch die
ngen a, a abläuft. Die Verbrennung der Gasarten ge-
im Gefäfse B, indem der Strom des Wasserstoffgas ver-

---

1. T. Mayer descriptio machinae oct. Gott. 1800. 4. Auch in
mm. Soc. Gott. von 1800.

Scherer's Journ. X. 801.

Trommsdorff Journ. de Pharm. XII. 44.

J. d. Ph. XL. 116.

Phil. Mag. XVII. 84.

Ueber Gasometrie nebst einigen Versuchen über d. Verschieb-
d. Gase. Eine von der Phil. Facultät der K. Universität zu
gekrönte Preisschrift. Dorpat 1814. 4. Daraus in Allg. Nord.
V. 190. Schweigg. J. XXVII. 192.

mittelst des Drahtes ε ε durch einen elektrischen Funken entzündet wird, worauf man den gebogenen Draht durch eine Drehung seitwärts von der Flamme bewegt. Die Gefäfse C, C sind Wassergefäfse, welche auf den durch die Zeichnung deutlichen Gestellen stehen, und durch die Oeffnungen d, d gefüllt werden, worauf man die letzteren verschliefst. Damit nur eine bestimmte Menge Wassers abfliefsen möge, werden die Hähne i, i an den Quadranten k, k jederzeit auf den einmal aufgefundenen Punct gestellt, und um den Abfluſs gleichförmig zu machen, so dafs in gleichen Zeiten stets eine gleiche Menge Wassers abläuft, dienen die Röhren m m, m m, welche in ihren Lederbüchsen an der Scale n, n heraufgezogen werden, wenn der Ausfluſs reichlicher seyn soll. Uebrigens können diese Skala entbehrt werden, indem man die Röhren für einen stets gleichmäfsigen Abfluſs bis etwa einen Zoll über den Boden der Gefäfse heraufzieht und so stehen läfst. Die Füllung und weitere Zurichtung des Apparates für Versuche ergiebt sich nach der Zeichnung aus bekannten Principien von selbst.

Will man den Versuch der Wasserbildung aus den beiden Gasarten ohne eigentliche genaue Messung blofs anschaulich machen, so kann dieses leicht durch einen von G. G. Schmid[1] angegebenen höchst einfachen Apparat geschehen, welcher noch obendrein jede sonst immer mögliche Gefahr einer Explosion durch das gebildete Knallgas vermeidet. Ein gläserner Balon, Fig. 178. dessen dicker Rand oben eben geschliffen ist, wird mit Sauerstoffgas gefüllt, und vermittelst etwas auf den mattgeschliffenen Rand gestrichener Pomade durch den metallenen Deckel C D luftdicht verschlossen. Die Platte hat unten ein spitz zulaufendes umgebogenes Rohr, welches durch den Hahn F an der entgegengesetzten Seite verschlossen, oder durch das in die obere Oeffnung gesteckte, gleichfalls gebogene Rohr a b nach Oeffnung des Hahns E mit der Blase B in Verbindung gesetzt werden kann. Ist diese Blase mit Wasserstoffgas gefüllt, das Rohr a b in die Oeffnung gesteckt, wird nach dem Oeffnen der Hähne E und F das aus der Spitze strömende Gas angezündet, in den vorher mit Sauerstoffgas gefüllten Ballon gesenkt, welcher damit zugleich durch den Deckel verschlossen wird, und drückt man nun das Wasserstoffgas aus der Blase, so vereinigen sich die beiden Gase

1 Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Giefsen 1835. S. 55.

enden Gasarten zu Wasser, welches sich an den Wänden gekühlten Ballons anlegt. Es liefse sich leicht in dem l noch ein Zuleitungsrohr für Sauerstoffgas anbringen, n Verbrennungsprocefs auf längere Zeit zu unterhalten. n man übrigens vermittelst des durch Döbereiner erfun- Platinschwammes die Verbindung der beiden Gasarten zu r unter so vielfachen Modificationen zu bewerkstelligen t hat [1], ist die Bedeutsamkeit aller dieser Apparate sehr ben.

Unter die dritte Classe von Gasometern gehören alle diese Apparate, vermittelst deren man meistens gemessene Quan von Gas durch Wasser oder Quecksilber gesperrt aufbe und zum bequemen Ausströmen temporär einschliefst. Es n daher auch die pneumatischen Wasser- oder Quecksil- arate, die pneumatischen Wannen, deren sich die Che- vielfach bedienen, mit diesem Namen belegt [2], ferner die Wasserstoffgas und Sauerstoffgas gefüllten Gasbehälter, wel- reint das Hare'sche Knallgasgebläse bilden, und viele an- Sie sind zunächst für den Chemiker bestimmt, und wer- n andern Gelegenheiten näher beschrieben, insofern sie hysikalische Versuche Anwendung finden. Das hauptsäch- , bei ihnen in Betrachtung kommende physikalische Ge- bezieht sich auf die Hervorbringung eines gleichmäfsigen ses oder Zuflusses der Flüssigkeiten und des gleichzeiti- gleichmäfsigen Ausströmens der Gase. Das eigentliche p, worauf ihre Construction beruhet, nämlich der aërosta- Luftdruck, ist schon oben erörtert [3], mannigfaltige Vor- e hierzu sind aber angegeben z. B. von Stevens [4], von elotti [5] u. a.; inzwischen begnüge ich mich nur zwei chtungen dieser Art etwas ausführlicher zu beschreiben, wel- beide dazu bestimmt sind, ein stets gleichmäfsiges Ausströ- der Gase aus Röhren zu bewirken.

Das erste dieser Gasometer ist dasjenige, welches

---

1 S. Schweigg. J. N. F. XII. 62.

2 S. z. B. Newman's Quecksilbergasometer bei G. LV. 115.

3 S. *Aërostatik* Th. I. S. 263.

4 S. Phil. Mag. 1805. Jan. Daraus in Voigt's M. IX. 508.

5 S. J. de Ph. LIII. 284.

Biot [1] beschreibt, wovon mannigfaltige nützliche Anwendungen gemacht werden können, und dessen sich namentlich Girard bediente, um einen gleichmäfsigen Ausflufs des Oeles in die Gefäfse der Lampen zu bewirken. Es sey das Gefäfs B mit atmosphärischer Luft oder irgend einer Gasart erfüllt [2], wobei die Hähne R, S und O als geschlossen angesehen werden. Ueber diesem Gefäfse befindet sich ein anderes gleich grofses oder noch etwas gröfseres A A, welches mit seinem unteren Halse in die obere Oeffnung des ersten Gefäfses gesteckt ist, und hiemach mit der etwas nach oben gekrümmten Röhre in Verbindung steht. Auch das obere Gefäfs ist gänzlich verschlossen, hat aber in seinem Deckel zwei Oeffnungen, die eine bei F, welche dazu dient, dasselbe mit Wasser (oder Quecksilber, wenn dieses sein müfste) zu füllen, und nachher mit einem Stöpsel luftdicht zu verschliefsen, die andere bei T, in welcher durch einen Kork oder vermittelst einer andern geeigneten Vorrichtung eine verschiebbare Röhre herabgeht. Ist dieses obere Gefäfs mit Wasser gefüllt, die Oeffnung bei F verschlossen, die Röhre H aber an beiden Enden offen, so wird nach dem Oeffnen des Hahns O ein stets gleichmäfsiger Abfluls des Wassers aus dem obern in das untere Gefäfs statt finden, aus Gründen, welche an dem geeigneten Orte [3] entwickelt sind. Ist demnach das untere Gefäfs mit Gas gefüllt, so wird dieses nach dem Oeffnen des Hahns R gleichfalls in einem gleichmäfsigen Strome ausfliefsen. Die Röhre t' h dient für den Fall, wenn man Gas aus einem andern ganz gleichmäfsig construirten Apparate in diesen überführen will. In diesem Falle wird die für den Ausflufs des Gases dienende Röhre t mit der gleichen Röhre eines zweiten Gasome-

Fig 179.

---

1 Traité. I. 76. Die Zeichnung und Beschreibung ist etwas abgeändert, weil Biot's Angaben einigen leicht bemerklichen Mängeln unterworfen sind.

2 Wie diese Füllung geschehen könne, giebt Biot nicht an. Indefs würde sie sich durch eine Oeffnung im Boden in einer Wasser- oder Quecksilberwanne leicht bewerkstelligen lassen. Sonst könnte das Gas auch aus einer Thierblase durch mechanischen Druck in die Röhre t gepreßt werden, während das Wasser aus der Röhre t abflösse, oder man könnte das Rohr t herabbiegen, unten mit einem Trichter versehen, das ganze Gefäfs B in die pneumatische Wanne senken, und das Gas einfüllen.

3 S. *Aerostatik* Th. I. S. 263.

verbunden, und während das letztere sich mit Wasser
muſs das in diesem enthaltene Gas in das erstere überströ-
wenn der Hahn O verschlossen, S dagegen geöffnet ist,
ſs das Wasser in h aufsteigen und aus t abflieſsen kann.
Das zweite Gasometer, welches ich seiner groſsen Einfach-
regen gleichfalls zu erwähnen für zweckmäſsig achte, ist
d'Aubuisson angewandt, um den Widerstand aufs Neue
Versuche zu bestimmen, welchen die Luft bei ihrem
men aus Oeffnungen verschiedener Art erleidet. Eine
e Beschreibung desselben ist mir in diesem Augenblicke
nicht bekannt, und ich kenne die Einrichtung nur aus ei-
orläufigen Anzeige [1], indeſs begreift man auch hieraus die
truction sehr leicht. Das Ganze bestand aus einem hohlen
der von 0,65 Met. Durchmesser und 0,8 Met. Höhe, wel-
it der offenen Seite, also umgekehrt, in eine Cisterne mit
er getaucht die eingeschlossene Luft in sich faſste, und
aufgelegte Gewichte comprimirte, wobei der Grad der Zu-
endrückung durch ein Wasserbarometer angezeigt wurde.
Einrichtung war also im Kleinen genau so als derjenigen,
e zum Aufbewahren des Leuchtgases dienen, und auf
e Weise sollte auch die Luft aus demselben unter stets
ämäſsigen Drucke durch ein geeignetes Rohr abflieſsen.
Erhaltung eines stets gleichmäſsigen Druckes, als noth-
ige Bedingung einer gleichmäſsigen Ausströmung der Luft,
e aber durch das veränderliche hydrostatische Gewicht des
tauchten Theiles des Gasbehälters stets verändert, wie
[2] ausführlich nachgewiesen ist, und d'Aubuisson giebt
an, wie er diesen Einfluſs aufgehoben habe. Vielleicht
te er hierzu eins der dort angegebenen Mittel an, oder die
ction geschah ganz einfach durch Regulirung der, den Gas-
ter beschwerenden Gewichte. Lieſse sich dieses mit hin-
licher Genauigkeit bewerkstelligen, wobei der Stand des
serheberbarometers (Manometers) stets zur genauen Con-
dient, so gehört ein solches Gasometer wegen seiner gro-
Einfachheit für die mannigfaltigen, damit zu erreichenden
cke unter die brauchbarsten physikalischen Apparate [3].

---

1 Ann. Ch. Ph. XXXII. 327.

2 S. *Gasbeleuchtung. Gasometer.*

3 Vrgl. *Gebläse. A.* d.

Sehr sinnreich construirt ist endlich dasjenige Gasometer, welches Despretz [1] angewandt hat, um die Veränderung der Luft durch animalische Respiration und die Menge der hierdurch erzeugten thierischen Wärme zu bestimmen. Indem es aber für diesen bestimmten Zweck gebauet und diesem angemessen eingerichtet war, für andere Bestimmungen aber eine abgeänderte Einrichtung erhalten müfste, die dabei befolgten Principien aber in den mitgetheilten Beschreibungen enthalten sind, so kann es hier nur im Allgemeinen erwähnt werden. *M.*

Gebläse.

Machinae spirantes; Machines soufflantes; *blowing machines.*

Durch den Ausdruck *Gebläse* werden im Allgemeinen alle diejenigen Vorrichtungen oder Maschinen oder Apparate bezeichnet, welche ein Gas oder Dampf in eine solche Bewegung versetzen, dafs sie blasen, hauptsächlich um dadurch das Verbrennen brennbarer Substanzen zu befördern und die dadurch bewirkte Hitze zu vermehren [2]. Wenn man also die Vermehrung des Luftzuges abrechnet, wodurch das Brennen bei verschiedenen Oefen, namentlich den Windöfen, befördert zu werden pflegt, als welche man dem Sprachgebrauche nach, nicht unter die Gebläse rechnet, so lassen sich alle die mannigfaltigen Vorrichtungen dazu zählen, deren man sich bedient, brennenden Körpern einen stärkeren Luft- oder Gasstrom zuzuführen, von dem einfachen Blasen mit dem Munde bis zu den künstlichen Gasgebläsen, indem sie dem Wesen nach in eine und dieselbe Classe zu setzen sind. Insofern aber verschiedene dieser Apparate zur Technologie und praktischen Maschinenkunde gehören, und daher hier nicht vollständig abgehandelt werden können, so scheint es mir am zweckmäfsigsten, blofs die ver-

---

1 Traité élémentaire de Physique. Par. 1825. S. 749.

2 Wenn eine herabstürzende Lavine eine Quantität Luft unter sich einschliefst, durch ihre Masse comprimirt, und diese dann an irgend einer Oeffnung strömend entweicht, so heifst dieses gleichfalls *Gebläse*; allein diese Wortbedeutung kann hier füglich vernachlässigt werden.

chsten Arten zusammenzufassen, und die physikalischen ipien anzugeben, worauf ihre Construction und Wirkungs- ruhet. Aus diesem Gesichtspuncte betrachtet, theile ich mmtlichen Gebläse in drei Classen, zuerst diejenigen, wel- lazu dienen, den Combustibilien zur leichteren und schnel- Verbrennung die erforderliche Quantität atmosphärischer zuzuführen, die zweiten, deren Bestimmung ist, einer e durch den Impuls des Stromes einer elastischen Flüssig- ine schärfere Richtung auf einen bestimmten Punct zu ge- nd dadurch ihre Intensität und Wirksamkeit zu vermehren, h drittens diejenigen, bei denen die strömenden elasti- Flüssigkeiten die Flamme dadurch verstärken, dafs sie mehr als die atmosphärische Luft in dieselbe übergehen ie erst eigentlich erzeugen.

A. Gemeinhin sogenannte Gebläse.

Die erste Classe der Gebläse begreift diejenigen unter sich, he man gewöhnlich und fast ausschliefslich mit diesem Na- zu belegen pflegt, und deren Untersuchung einen wichti- Theil der praktischen Maschinenkunde, insbesondere in ih- nwendung auf das Hüttenwesen ausmacht. Im Allgemei- bestehen sie aus Räumen von verschiedener Gröfse, welche end erweitert werden können, sich dabei zugleich unter kung der geeigneten Klappen oder Ventile mit Luft fül- und diese bei wiedereintretender Raumverminderung durch izeitig herbeigeführten stärkeren Druck zum Ausströmen gend einem engen Canale zwingen. Da es übrigens hier Ort nicht ist, diesen Gegenstand erschöpfend abzuhandeln, g folgende Angabe der vorzüglichsten Apparate genügen, n Construction aufserdem durch den blofsen Anblick der Fi- n leicht vollständig erkannt werden kann.

a. Die einfachste und hinlänglich bekannte Maschine ist gemeine *Blasbalg*, deren mehrere in sehr vergröfsertem stabe, verglichen mit den Handblasbälgen, bei Schmelz- Hüttenwerken vereinigt zu werden pflegen. Bei den ein- n sind die Seiten von Leder, oder wenn dieses zu kostbar von Holz, und dann heifsen die letzteren auch wohl Kasten- ise. Weil ihre Wirkung beim Aufziehen aufhört, eine he Unterbrechung des Luftzuflusses aber für die Schmelzpro-

cesse nachtheilig ist, so macht man mindestens die mit ledernen Seitentheilen in der Regel doppelt, so dafs durch die Bewegung der unteren Abtheilung die frische Luft in die obere gepreſst wird, und aus letzterer vermöge eines obenaufliegenden Gewichtes stets beinahe gleichmäfsig ausströmt. Bei den einfachen wird entweder die untere Wand durch den bewegenden Mechanismus gegen die obere gedrückt, und fällt dann durch ihr eigenes Gewicht wieder herab, oder die obere wird beim Füllen in die Höhe gehoben und durch die aufgelegten Gewichte wieder herabgedrückt. Die Ventile sind blofse Klappen. Blasebälge mit Leder sind für kleinere Gebläse die zweckmäfsigsten Apparate; für Hohöfen, Schmelzöfen, Frischwerke u. dgl. sind sie zu kostbar in der Unterhaltung, hölzerne haben viele Reibung, und beide fassen nicht so viele Luft, als dem Raume nach erwartet werden könnte, den sie einnehmen, weswegen man den folgenden Apparaten den Vorzug einräumt.

b. Das *Cylindergebläse* ist in seiner wesentlichen Einrichtung eine Art Luftpumpe. Einen Uebergang der Blasebälge zu ihnen geben die einfachen Blasebälge der chinesischen Schmiede[1]. Diese bestehen aus einem länglichten vierkantigen Kasten von Holz ABCDE mit einem diesen genau schliefsenden Deckbrette G, welches letztere an der Handhabe F hin und her gezogen wird und die Luft aus der Blasröhre K austreibt. Die Ventilklappen befinden sich zu beiden Seiten an dem Brette. Die gewöhnlichen Cylindergebläse bedürfen keiner Beschreibung, weil sie als blofse Stiefel mit einem beweglichen Embolus, nach Art der Luft- oder Compressionspumpen an sich verständlich sind. Sie haben indefs mit den einfachen Blasebälgen den Nachtheil gemein, dafs bei jeder Hebung ein Stillstand des Blasens eintritt. Ungleich besser ist daher das doppeltwirkende Cylindergebläse, dessen Construction aus der Zeichnung leicht erkannt wird. AA ist ein grofser Cylinder, welcher in England gewöhnlich aus Eisen gemacht wird. In diesem bewegt sich der Embolus B auf und ab, indem beim Aufsteigen das Ventil C durch das Gegengewicht b, das Ventil F dagegen durch den Druck der Luft geschlossen wird, während zugleich D sich öffnet und F' sich schliefst. Beim Herabgehen des Embolus findet

Fig. 180.

Fig. 181.

1 Robison System of Mechanical Philosophy. Edinb. 1822. IV Vol. 8. III. 785.

ngekehrter Wechsel statt, so dafs also in beiden Fällen
der durch das Ventil F oder F' Luft in die Röhre E ge-
aus welcher sie durch einen beliebigen Canal, etwa d,
usströmungsöffnung gelangt. Hierbei findet also nur ein
ntaner Stillstand des Blasens in dem Augenblicke statt,
der Wechsel der Kolbenbewegung eintritt. Auch diese
Unterbrechung wird durch eine andere Construction des
ergebläses vermieden, welche hiernach einige Aehnlich-
it den doppelten Blasebälgen erhält, und in England nicht
Anwendung findet. Dasselbe besteht aus zwei verbun-
Cylindern. In dem einen ABCD wird der Embolus P
f und nieder bewegt, wobei in jenem Falle das Ventil
öffnet, F dagegen schliefst, in diesem dagegen ein ent-
gesetztes Spiel der Ventile statt findet. Das Spiel des Kol-
rmittelst der Stange N, des um den Unterstützungspunct
mittelst der Stange OP und der Kurbel PQ beweglichen
balkens ist für sich klar. Die durch das Herabgehen des
bs P in dem beschriebenen Stiefel comprimirte Luft strömt
mmittelbar aus der Blaseröhre, sondern entweicht durch
entil F in einen zweiten Cylinder GHKI, und drückt in
den Embolus L in die Höhe, dessen Stange durch die
ng M geht, um ihn stets in einer horizontalen Lage zu
n. Aufgelegte Gewichte drücken letzteren fortwährend
und würden der Luft eine stets gleichmäfsige Spannung
wenn nicht die Reibung des Embolus dieses hinderte.
an übrigens sehr vortheilhaft statt des einfach wirkenden
ers ABCD den eben beschriebenen doppelt wirkenden
iren könne, liegt so nahe bei der Sache, dafs es kaum
ers erwähnt zu werden verdient.

Fig. 182.

Statt der kostbaren eisernen Cylinder nimmt man zu
Art von Gebläsen auch blofse hölzerne Kasten, und er-
nn das eigentlich sogenannte *Kastengebläse*. Dieses be-
aus einem vierkantigen hölzernen Kasten, in welchem statt
bolus ein den inneren Raum genau ausfüllendes Brett von
drei Zoll Dicke an einer verticalen Stange auf und ab
t wird. Die Kasten sind entweder oben offen, und in
Falle drückt das herabgehende Brett die Luft im Kasten
men, so dafs sie durch eine im unteren, verschlossenen
desselben befindliche, zu der Abzugsröhre führende Oeff-
entweichen mufs, oder die Kasten sind oben verschlossen;

und das aufwärts bewegte Brett wirkt comprimirend, oder es sind endlich oben und unten verschlossen, die Stange des Brettes geht durch einen von diesen Böden luftdicht, und die Compression der Luft geschieht beim Aufgange und Niedergange. Gewöhnlich sind mehrere solcher Kasten vereinigt, und die Bewegung der Stangen ist so eingerichtet, dafs die Scheibe des ersten Kastens die Compression wieder anfängt, wenn die des letzten sie endigt. Weil die den Embolus vertretenden Bretter sich allmälig abreiben, und dann zu viel Luft neben sich entweichen lassen; so legt man auf den Rand derselben vier an den Enden einander gezapfte, unter den Klammern $\alpha\alpha$, $\alpha\alpha$, $\alpha\alpha$, $\alpha\alpha$, bewegliche, zugleich aber gegen das Aufgehobenwerden gesicherte Leisten gg, gg, gg, gg, welche durch die Federn eee, eee, eee, eee gegen die inneren Wände des Kastens gedrückt werden. Dafs man diese, eben wie den Rand des Brettes mit Fett schmiere, um sie luftdichter zu machen, versteht sich von selbst, und eben so ergeben sich aus der Natur der Sache die Ventile, welche den Rückgang der Luft absperren, oder sich öffnen, um derselben den Zugang wieder zu gestatten; indefs ist auch Ueberflufs in I ein solches Klappenventil mit der, dasselbe niederdrückenden Feder n gezeichnet, auch wird man vorzüglich dem Brette durch die eingeschobene Leiste ab mehr Stärke zu geben suchen, in welche dann die bewegende Stange noch fester eingelassen werden kann.

Fig. 183.

Wenn man bei der Anlage der Gebläse eine hinlängliche bewegende Kraft, etwa durch eine genügende Menge von Aufschlagewasser zu verwenden hat, so dafs man diesen Kraftaufwand nicht scheuen darf, dann gehören diese Gebläse wohl unter die vorzüglichsten, weil sie den reichsten und stärksten Luftstrom geben. Sobald man aber mit der aufzuwendenden Kraft sparen mufs, kommt die zu überwindende Reibung in Betrachtung, indem der Embolus, von welcher Construction und Liederung er seyn mag, dicht schliefsen mufs, wenn nicht zu viele Luft verloren werden soll.

d. Das *hydrostatische Cylindergebläse* begegnet diesen Hindernisse, indem einestheils die Absperrung der eingeschlossenen Luft bei ihm weit vollständiger ist als bei dem gemeinen Cylindergebläse, anderntheils aber die Reibung des Embolus

ı ganz wegfällt. Joseph v. Baader [1] ist wohl der erste, r die individuelle Construction dieses hydrostatischen Cy- ebläses, wie dasselbe im Grofsen beim Hüttenwesen ange- wird, in Vorschlag brachte, seine Einführung veranlafste, her auch als Erfinder desselben genannt wird, obgleich perrung der Luft durch Wasser und die Erzeugung eines s der ersteren durch den hydrostatischen Druck des letz- it langer Zeit bekannt waren [2]. Das hydrostatische Cy- ebläse gleicht im Grofsen vollständig demjenigen, welches neren Mafsstabe ausgeführt als ein bequemer physikali- pparat zu allerlei Schmelzversuchen angewandt werden nd daher unter der folgenden Classe der Gebläse genauer eben werden soll. Hier genügt es daher nur im Allge- ı zu bemerken, dafs ein hohler, oben bedeckter Cylin- eine mit Wasser gefüllte Cisterne herabgesenkt wird, die ı befindliche, durch das Wasser abgesperrte Luft durch Druck comprimirt, und auf diese Weise zum Ausströ- s einer geeigneten Röhre zwingt. Uebrigens liegt es sehr ei der Sache, dafs man statt der Cylinder füglich bei die- ebläse auch parallelepipedische oder anders geformte Ka- ahlen könne, welche sich dann in ähnlich gestaltete Ci- n einsenken, wonach man also ein hydrostatisches Kasten- e erhalten würde, auch kann zu diesen Apparaten, sowohl en als auch Holz oder ein sonstiges, nach Befinden der de sich am Besten eignendes Material genommen wer- Dafs man endlich verschiedene solcher Kasten zu verei- pflege nnd die Art ihrer Bewegung so wie die Ventile ch abändern könne, versteht sich ohne Weiteres von

[1] Eins der vorzüglichsten, von den Sachverständigen mit m Beifalle aufgenommenen Gebläse ist das durch den ginspector Hensche in Cassel erfundene *hydraulische*

Beschreibung eines neu erfundenen Gebläses. Gött. 1794. 4. ader setzt seine Erfindung in das Jahr 1787. S. Reichsanz. . 83. Lavoisier's ähnliches und nach denselben Principien con- Sauerstoffgasgebläse ist aber von 1782. S. unten B. c.

[2] Vrgl. Mariotte Traité du mouvement des eaux. Par. 1686. Oeuvres de Mr. Mariotte. A Leide 1717. 4. II. S. 400, wo- sich die Idee findet, welche diesem Gebläse zum Grunde liegt.

Kettengebläse, welches da, wo wenig Wasser mit einer etwas gröfseren Fallhöhe zu Gebote steht, mit grofsem Vortheile angewandt werden kann. Ueber das eiserne, in der Mitte seines äufseren Randes ausgehöhlte Rad S läuft eine Art Paternosterwerk, welches aus einer Kette und daran befestigten runden hölzernen oder eisernen Scheiben besteht. Die letzteren sind auf dem einen Gliede der Kette befestigt, und jede ist mit zwei Klappen versehen, welche sich beim Heraustreten aus dem Wasserkasten öffnen, um das Wasser frei durchströmen zu lassen, das andere Glied der Kette, h, bleibt dagegen frei. Die eine Seite der so construirten Kette läuft bei ihrer Bewegung durch einen unter der Mitte des Rades anfangenden eisernen Cylinder, welcher nach der Form der herabhängenden Kette (der Catenaria) etwas gebogen ist, und unten auf dem Wasserkasten B ruhet; seine Weite ist aber so, dafs die Scheiben in demselben frei und ohne Reibung herabfallen können, während gen sein Durchmesser den der Scheiben um 2 bis 4 Lin. übertrifft. Läfst man also Aufschlagwasser in den Cylinder fallen, so drückt dieses die Scheiben herab, bildet über diesen einen Wassercylinder, deren zwei einen zugleich mit herabsinkenden Luftcylinder zwischen sich einschliefsen, und in den Wasserhälter B herabdrücken, wo sich die Luft sammelt, und dadurch das höherstehende Wasser zum Ausströmen durch die Leitung F gezwungen wird, während die Scheiben aus dem Wasserkasten wieder in die Höhe gehoben werden. Hierbei öffnen sich die zum Durchlassen des Wassers bestimmten Klappen, und schliefsen sich durch ihr eigenes Gewicht wieder, wenn sie in der entgegengesetzten Seite des Rades angekommen sind. Das Gebläse läfst sich in sehr grofsem Mafsstabe ausführen, indem die Röhre ein auch zwei Fufs Durchmesser haben kann, und lassen sich mehrere solcher Ketten in dem nämlichen Kasten vereinigen, und die Bewegung ist sehr schnell. Soll die Quantität der zugeführten Luft berechnet werden, so darf man nur den Raum zwischen den Scheiben bestimmen, welche in einer gegebenen Zeit durch die Röhre herabfallen, und von diesem Raume den Betrag des in gleicher Zeit erforderlichen Wassers abziehen. Bei einer auf der Sollingerhütte unweit Uslar im Hannöverschen befindlichen Maschine dieser Art betrug der Raum zwischen den Scheiben 3,8864 Cub. F. wofür wegen des anhängenden Wassers nur 3,8 C. F. gerechnet wurden. Solcher Cellen gingen

Fig. 184.

Fig. 185.

Fig. 184.

Minute 137 durch den Cylinder, welches also 520,6 Cub. ft in dieser Zeit giebt. Hiervon das Aufschlagewasser mit Cub. F. abgerechnet blieben 426,8 Cub. F. in einer Minute. hierbei wegen einiger seitwärts entweichender und auch mechanisch fortgerissener Luftblasen ein geringer, jedoch des Ganzen nicht erzeichender Verlust eintrete, ist wohl zu en, und auch durch Versuche erwiesen; ferner kann die ntweder unmittelbar in den Ofen geleitet oder zuvor in Windkasten angesammelt werden. Ein Hauptvorzug des es beruhet auf der unmittelbar durch den Mechanismus nen gleichmäfsigen Luftströmung [1].

Der *hydraulischen Gebläse* giebt es aufserdem noch verne, welche aber einzeln aufzuführen hier überflüssig würde. Dahin gehört zuerst das *Tonnengebläse*, eine , welche bis zur Hälfte ins Wasser gesenkt, um ihre Axe und gedrehet wird, so dafs abwechselnd die eine und die e Hälfte des hervorragenden Theils sich mit Luft und mit r füllt, letzteres aber die erstere mit einer sehr geringen der Strömung heraustreibt. Man hat sie gegenwärtig, wen in Frankreich, überall abgeschafft, weil ihre Wirkung ing ist. Ferner die *Wassertrommel* oder das *Wassergebläse*, eine Vorrichtung, bei welcher Wasser aus einas gröfseren Höhe in einem durchlöcherten Einlafsrohre llt, dabei eine Menge Luft mechanisch mit sich fortreifst, lem beides, sowohl Wasser als auch Luft sich in einem e, der Trommel, ansammelt, strömt die letztere durch rizontales, höher liegendes Rohr in den Ofen, während stere durch einen anderen Canal abfliefst. Diese Art des es findet sich hauptsächlich bei den spanischen und corn Hohöfen, weil in jenen bergigten Gegenden leicht Was- hohem Falle zu finden ist. Auch dieses Gebläse giebt starken Luftstrom und aufserdem kommt die Luft sehr , unter Umständen selbst wohl mit etwas mechanisch fortnem Wasser vermengt, in die Oefen. Endlich das

---

1. Versuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und ärt verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen rschiedener Construction und durch Röhren ausströmt, von L. Hoch. Gött. 1826. 8. Vrgl. Ann. des Mines VII. 3, wo demn, wohl mit Unrecht, zu viele Reibung zugeschrieben wird.

Waldhorn-, *Schnecken-* oder *Rotationsgebläse*, welch. in Rufsland anwendet, ist ganz der von Wirz erfundene pumpe nachgebildet [1]. Zwei verticale, durch Wasser Axe gedrehete Bretter schliefsen vier spiralförmig um gewundene blechene Räume ein, und indem die hierau dete Trommel bis fast zur Hälfte in ein Gefafs mit Wa senkt ist, so wird die in den spiralförmigen Windungen schlossene Luft beim Eintauchen derselben in das Wasse sperrt und zum Entweichen vor dem nachdringenden Was zwungen. Die Luft sammelt sich dann zuletzt in der Axe des Rades und strömt von hier in den Ofen, während zugleich mit gehobene Wasser durch einen Canal seitw. fliefst. Bei dieser, übrigens gewifs nicht effectlosen Ein scheint mir ein vorzügliches Hindernifs in dem Wasser gen, worin sich die Hälfte der Maschine stets bewegt, bekanntlich eine grofse Kraft erfordert, solche Bewegu Wasser hervorzubringen [2].

Nicht alle Gebläse geben einen stets regelmäfsigen un terbrochenen Luftstrom, welchen übrigens die meisten M gen für vortheilhaft oder unentbehrlich zum Gelingen tallurgischen Processe erachten. Aufserdem kann das in einigen Fallen nicht unmittelbar am Ofen angeleg oder man wünscht die comprimirte Luft mehrerer Geb her zu vereinigen. In allen diesen und ähnlichen Fä

---

1 Eine vollständige Beschreibung dieser Pumpe nebst schichtlichen ihrer Erfindung und der Literatur findet man matische Darstellung aller Erfahrungen über allgemeiner Potenzen von L. v. Schmidt, genannt Peiseldeck. Aran 18 S. 378.

2 Zur Literatur über die Gebläse im Allgemeinen dien Encyklopädie des gesammten Maschinenwesens u. s. w. Art. B Cylindergebläse. Robison System of Mech. Phil. III. 781. ff. Traité de Mécanique industrielle T. III. p. 201. und 403. Traité complet de Mécan. appliquée aux arts. Des Machines yées dans diverses Fabrications. Par. 1819. 4. pag. 31. ff. J. Theorie des englischen Cylindergebläses nebst einigen Vo zur Verbesserung dieser Maschinen. München 1805. 4. Dat sächlich über die Hüttenkunde, namentlich Karsten Handbuch senhüttenkunde. Lampadius Handbuch d. allgem. Hüttenkun 1801. I. S. 315. Dessen Supplemente zum Handbuche d. all tenkunde. Gött. 1826. Bd. II. S. 89.

indkasten angelegt, ein Behälter für die aus einem oder ren Gebläsen strömende verdichtete Luft, wie hauptsächerst in England bei den Hohöfen zu Devon geschah, in m sich die Mündungen der Gebläse vereinigen, und aus m die comprimirte Luft (der Wind) in die Feuerstätten t wird. Die Form eines solchen Windkastens ist gleich, und wird durch die Umstände bestimmt, die Gröfse desdarf indefs nicht zu geringe seyn, vielmehr sein Inhalt halt wenigstens eines in ihn mündenden Gebläses über, damit der Wechsel beim Auf- und Niedergange der schinen die Elasticität der eingeschlossenen Luft nicht h verändere. Bei einem solchen Windkasten wird übrir zweite condensirende Cylinder des oben beschriebenen gebläses überflüssig.

rner kommen bei den Gebläsen die *Leitungsröhren* in Be, welche den Luftstrom in die Windkasten und aus diedden Feuerstätten oder unmittelbar in die letzteren führen. er läfst sich im Allgemeinen nur sagen, dafs es vortheilhaft nicht zu lang und nicht zu enge zu machen, weil der Luftdurch die Adhäsion an ihre Wandungen an Geschwindigkeit , und aus diesem Gesichtspuncte betrachtet wird man vorse runde Röhren wählen, welche bei gleichem cubiinhalte die kleinste Oberfläche darbieten. Das äufserste ser Röhren, welches den Wind der Feuerstätte zuführt, e *Deupe* oder *Düse* genannt. Die Erfahrung hat gelehrt, konische Form dieser Düsen, indem die Seite derselt der Axe einen Winkel nicht kleiner als 3° und nicht als 12° macht, die vortheilhafteste ist; auch müssen ihre Flächen polirt seyn.

endlich die Stärke der Compression der in dem Gebläseka- geschlossenen oder der durch das Windleitungsrohr strö- Luft zu messen, bedient man sich des *Elasticitätsmesser* indmessers (eines Manometers), welcher auf dem Gebläse- oder auf der Luftleitungsröhre angebracht wird. Sie bestehe die Heberbarometer an den Luftpumpen, aus einer dopberförmig gebogenen Glasröhre, deren letzter Schenkel aber wie bei jenen verschlossen, sondern offen und mit einillen Quecksilber gefüllt ist, und dessen Höhe über dem im anderen Schenkel die Compression der Luft in Zollen

und Linien angiebt [1]. Nur in denjenigen Fällen, wenn eine geringere Stärke des Gebläses erfordert wird, oder allein erhalten werden kann, genügt es, den Elasticitätsmesser auch mit Wasser statt mit Quecksilber zu füllen, was grofse Uebequemlichkeiten haben würde, wenn die Röhre 2 bis 4 Fufs lang seyn müfste. Rücksichtlich der Bestimmungen durch diese Elasticitätsmesser bemerkt G. G. Schmidt richtig, dafs derselbe auf dem Windkasten selbst und nicht auf dem Blaserohre zu nahe an dessen Mündung angebracht werden müsse, weil dort die Luft einer starken Strömung ungeachtet, viel von ihrer Elasticität verlieren kann, ja es liefse sich eine solche Länge und Weite dieses Rohres denken, dafs das Manometer auf 0 stände, und die Luft dennoch mit bedeutender Geschwindigkeit ausströmte. Henschel hilft dieser mangelhaften Bestimmung dadurch ab, dafs er das untere Ende des Manometers in die Luftleitungsröhre hineingehen läfst, und demselben dort eine dem Luftstrome entgegengerichtete Biegung giebt. Wie vollkommen indefs diese Vorrichtung auch seyn mag, um eine stets gleichmäfsige Elasticität der im Regulator oder Windkasten comprimirten Luft zu erhalten, so wird das Manometer doch stets Schwankungen zeigen. Sie rühren theils von dem nicht absolut gleichförmigen Gange der zur Bewegung der Gebläseapparate angewandten Maschinerie, welche aller Sorgfalt ungeachtet in der hierzu erforderlichen Gröfse mit einer für so feine Messungen absoluten Genauigkeit nicht gearbeitet werden kann, anderntheils und hauptsächlich von dem Einflusse der Wärme auf die Ausdehnung der Luft, indem jene in bedeutender Menge durch die Compression der letzteren ausgeschieden und durch ihre Expansion wieder gebunden wird [2]. Inzwischen haben die hieraus erwachsenden Ungleichheiten der Luftströmung auf den Nutzeffect eines genau gearbeiteten Gebläse keinen merklichen Einfluss.

Einen wesentlichen Theil der Gebläse macht die Maschinerie aus, wodurch die verschiedenen Arten derselben in Bewegung gesetzt werden. Indem dieser Gegenstand aber ganz

---

1 Solche Elasticitätsmesser sind im Art. *Dampfmaschine* Th. 3. S. 467 Fig. 150 beschrieben und gezeichnet, desgleichen im Art. *Gasbeleuchtung*, Fig. 168.

2 Vrgl. G. G. Schmidt, Hand- und Lehrbuch der Na... S. 2.

r praktischen Maschinenlehre gehört, so kann er hier
ht abgehandelt werden.

n hier sogleich die physikalische Theorie erörtert wird,
allen Arten von Gebläsen, hauptsächlich aber bei der
iebenen Classe in Betrachtung kommt, so reducirt sich
s auf zwei Principe, welche innig mit einander ver-
rd, und wovon das eine durch das andere bedingt
soll nämlich bei allen Gebläsen eine elastische Flüs-
meistens atmosphärische Luft aus einer Oeffnung, in
aus einer Röhre von verschiedener Weite und Länge,
. Damit dieses geschehe, mufs die elastische Flüssig-
gröfsere Elasticität haben, als die umgebende atmo-
Luft, und die Geschwindigkeit der Strömung, mithin
lenge der in einer bestimmten Zeit aus einem Canale
nem Querschnitte fliefsenden elastischen Elüssigkeit ist
orie und Erfahrung der Elasticität jener Flüssigkeit,
ch der Stärke ihrer Zusammendrückung nach einem
Gesetze proportional, mithin reducirt sich das ganze
wie grofs die Geschwindigkeit der Strömung bei ge-
ompression mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des
nales sey, auf die Bestimmung der Elasticität und
t der eingeschlossenen Luft im Verhältnifs zu der um-
. wonach dann bei bekanntem Querschnitte jenes Ca-
Quantität der ausströmenden elastischen Flüssigkeit
echnet werden kann. Die Aufgabe gehört somit unter
Pneumatik, woselbst sie ausführlich erörtert werden
ier genügt es daher nur im Allgemeinen zu bemerken,
ierbei zu berücksichtigende Gesetz für atmosphärische
einige Gasarten bereits mit grofser Genauigkeit durch
ge schwieriger Versuche bestimmt ist; für Dämpfe da-
ad noch überall kaum Versuche vorhanden, auch kommt
fgabe ungleich weniger in Betrachtung, als diejenige,
sich auf die atmosphärische Luft bezieht. Für den prak-
Gebrauch reicht dasjenige vollkommen hin, was G. G.
r hierüber zum Theil nach eigenen Versuchen bestimmt
ach ihm [1] ist für atmosphäriche Luft die Gechwindigkeit

S. Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Giefsen 1826. 8. S. 212.
J. v. Baader a. a. O. 8. 64.

ihrer Ausströmung aus einer konischen Blaseröhre, deren Länge ihren Durchmesser nicht mehr als 30 mal übertrifft

$$c = 0{,}7 \times \sqrt{2\frac{gh}{d}}$$

wenn g die Fallhöhe in 1 Secunde, h den Höhenstand des zusammendrückenden Wassers oder des Elasticitätsmessers und d die Dichtigkeit der Luft im Gebläse bezeichnet. Setzt man z. B. das Verhältnifs der Dichtigkeit des Wassers zu der der Luft bei 15° R. Temperatur = 840 : 1, die Höhe des Wasserdruckes $h = 4$ F., so ist $d = \frac{36}{32} \times \frac{1}{840}$ wenn der mittlere Druck der Atmosphäre einer Wassersäule von 32 F. gleichgesetzt wird. Hiernach wäre

$$c = 0{,}7 \times 2\sqrt{15 \times 4 : \left(\frac{36}{32} \times \frac{1}{840}\right)}$$
$$= 1{,}4\sqrt{60 \times 747} = 292 \text{ F.}$$

in einer Secunde. Diese Geschwindigkeit ist allerdings beträchtend, und sie wird geringer seyn, wenn das Ausflufsrohr die Luft sehr lang oder gekrümmt ist, weil in diesem Falle nach Schmidt der Coëfficient 0,7 bis auf 0,5 herabsinken kann. Aufserdem scheint es zwar eine nur geringe Gröfse zu seyn, wenn man die Dichtigkeit der Luft um $\frac{1}{8}$ vermehren will, allein eine nähere Untersuchung dieses zweiten, hierbei in Betrachtung kommenden, und durch das oben genannte bedingten Princips zeigt, dafs sich auch dieses so leicht nicht, und in vielen Fällen überall nicht erreichen läfst. Nach den im Art. *Hydrostatik* [1] angegebenen Berechnungen drückt nämlich die Luft bei 28 Z. Barometerstand gegen einen Par. Quadratfufs Fläche mit 2316,53 Pf. Nimmt man hiervon den achten Theil, so beträgt der Druck gegen die nämliche Fläche fast 290 Pf., und würde also die Fläche des oberen Deckels eines gewöhnlichen Blasbalges oder hölzernen Kastengebläses bei einer Länge von 5 F. und einer mittleren Breite von 2 F. im Ganzen 10 Quadratf. ausmacht, so müfste dieser mit 2900 Pf. oder mit 29 Ct. belastet gedrückt werden, damit die Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft um $\frac{1}{8}$ zunimmt. Hiernach läfst sich dann auf gleiche Weise die Kraft berechnen, womit der Embolus des Cylindergebläses niedergedrückt werden mufs, wozu bei allen diesen Gebläsen

1 S. Th. I. S. 262.

die Reibung und bei den gewöhnlichen Bälgen noch die
eit des Leders kommt. Beim Wassercylindergebläse fällt
in Beziehung auf den Cylinder selbst weg, dagegen aber
dann bei diesem der Wasserstand im äufseren Sperrgefäfse
isterne) 4 F. höher seyn, als unter dem Luftcylinder, und
s daher Sorge getragen werden, dafs die zur Ableitung
ft dienende Röhre im Innern des Gebläses etwas länger
nd in einem kleineren hohlen Cylinder mitten im Deckel
sen Cylinders aufgenommen werde, damit das beim Auf-
des letzteren herabsinkende Wasser nicht in dasselbe
Ferner ist zu berücksichtigen, dafs die Menge des Was-
welche beim Niedergange des Luftcylinders an der Aufsen-
desselben hinaufgedrückt wird, um die eingeschlossene
nr erforderlichen Dichtigkeit zu comprimiren, nicht zu
ey, damit sie beim Aufgange jenes Cylinders keinen zu
n Raum der Cisterne fülle, und deren Höhe dadurch un-
vermehre. Letzteres wird am besten dadurch vermieden,
bei gut gearbeiteten Cylindern der Spielraum zwischen ih-
ßern Fläche und der inneren Wandung der Cisterne mög-
klein ist, indem es hierfür genügt, wenn der äufsere Durch-
r des Luftcylinders nur etwa 4 Lin. geringer ist, als der
der Cisterne. Es läfst sich dann leicht berechnen, wie
das Wasser im Cylinder beim Aufgange desselben höher
wird, als beim Niedergange, wie hoch es also, zur
und Kostenersparnifs vortheilhaft ist, die in der Mitte
sterne heraufgehende Luftableitungsröhre über den Was-
gel beim tiefsten Stande des herabgedrückten Luftcylin-
n erheben. Diese Gröfse beträgt nämlich so viel, als er-
lich ist den hohlen Wassercylinder aufzunehmen, welcher
erabgedrückten Luftbehälter umgiebt. Heifst nämlich der
e Halbmesser des cylindrischen Wasserbehälters R, der
e des Luftcylinders r, die Höhe, bis zu welcher das Wasser
Herabgehen des letzteren steigen soll, h, so ist der Inhalt
hlen umgebenden Wassercylinders $= (R^2 - r^2)\,\pi\,h$.
der Luftbehälter in die Höhe, so sinkt dieser hohle Was-
linder herab, und bildet einen massiven Cylinder, dessen
$h = R^2\pi h'$ ist, wenn seine unbekannte Höhe $= h'$ gesetzt
. Es mufs also $(R^2 - r^2)\,\pi\,h = R^2\,\pi\,h'$ seyn, woraus h' ge-
n werden kann. Soll die Dicke des umgebenden Wasser-
ders z. B. bei kleinen Gebläsen 2 Lin. oder $\frac{1}{6}$ Z. betragen,

und werden die sämmtlichen Gröfsen in Zollen ausgedrückt, so ist $h' = \frac{h}{3R}\left(1 - \frac{1}{12R}\right)$ und da $\frac{1}{12R}$ allezeit eine kleine Gröfse ist, so kann $h' = \frac{h}{3R}$ um so richtiger genommen werden, je gröfser der Halbmesser des Gebläses ist, und man darf also annehmen, dafs der aus dem hohlen Wassercylinder sich bildende massive nie völlig den dritten Theil der Höhe von jenem erhalten werde. Uebrigens versteht es sich von selbst, dafs der Luftcylinder eine auf seinen oberen Rand aufgesetzte hohle Trommel haben mufs, deren Höhe so viel beträgt, als der Wasserdruck, welchen man zur Compression der Luft verlangt. Soll daher die Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft $\frac{1}{4}$ mehr betragen, als die der atmosphärischen Luft, so müfste die Höhe der Trommel 4 F. betragen, und wenn die Höhe des Luftcylinders gleichfalls zu 4 F. angenommen wird, so betrüge die Gesammthöhe 8 F. und eben so hoch müfste dann auch die Cisterne im Innern vom Boden an gerechnet seyn, das Ableitungsrohr der Luft aber müfste etwas über 4 F. $+ \frac{16}{R}$ Z. Höhe haben, damit das Wasser beim Aufsteigen des Luftcylinders und dadurch erzeugten Oscillationen nicht in jenes Rohr fliefsen kann.

Man wird selten bei den Gebläsen eine so starke Verdichtung der Luft erhalten können, weil bei grofsen Maschinen nach den oben mitgetheilten Angaben hierzu eine zu grofse Kraft erforderlich wäre, auch ist die hier angenommene Vermehrung der Dichtigkeit der Luft, nämlich um $\frac{1}{4}$ gröfser, als sie zu einem hinreichend starken Gebläse erfordert wird. Das angegebene hydraulische Kettengebläse vermeidet manche dieser Schwierigkeiten, indem der Druck der Wassersäule gegen die cylindrischen Scheiben leicht stark genug ist, um die verlangte Compression der Luft und die aufserdem erforderliche Bewegung hervorzubringen. Inzwischen mufs das Wasser in dem unteren Kasten B eine dem erforderlichen Drucke proportionale Höhe über der unteren Mündung des Luftleitungsrohres F. haben, auch ist leicht abzusehen, dafs der Luftverlust dem Grade ihrer Compression proportional seyn mufs, weil die stärker comprimirte Luft leichter das die Scheiben absperrende Wasser verdrängt und durch die Zwischenräume entweicht. Jenes Gebläse, wo-

Fig. 184.

h Koch[1] seine Berechnungen anstellte, zeigte 2 F. 0,5 Z. ckhöhe des Wassers am Elaterometer, und gab also nahe $\frac{1}{15}$ mpression der Luft, welches gewifs in den meisten Fällen reichend ist. Nimmt man hinzu, dafs bei diesem Kettenge- se das Ausströmen der Luft mit stets gleichbleibender Ge- windigkeit geschieht, beim hydrostatischen Cylindergebläse gen der Luftcylinder erst 2 F. herabsinken mufs, ehe die geschlossene Luft die erforderliche Spannung erhält, dafs r während dieses Herabsinkens ein zunehmend stärkeres Aus- ömen nach vorausgegangenem Stillstande desselben statt findet, ergiebt sich leicht der Vorzug jenes vor diesem. Bei beiden die Luft stets mit Wasser in Berührung, folglich feucht, und im Kettengebläse entschieden am feuchtesten. Verlangt man her trockene Luft, so kann diese nur durch das Kastengebläse er gemeine Blasesälge erhalten werden.

3. Kleinere Blaseapparate; Lampen- gebläse.

Die zweite Classe von Gebläsen fafst diejenigen Apparate sich, welche bestimmt sind, eine Flamme auf einen bestimm- Punct zu concentriren, und dadurch eine gröfsere Hitze zu eugen. Im Allgemeinen ist es bekannt, dafs eine zugespitzte, rch einen starken Luftzug gebildete Flamme eine bedeutende tze erzeugt, wie dieses namentlich bei der Glasfabrication in wendung kommt. Die Ursachen übrigens, worauf die Wirk- nkeit dieser Apparate beruhet, scheinen mir der Hauptsache ch folgende zu seyn, wenn man zugleich berücksichtigt, dafs ie gemeine Lichtflamme in sehr kleinen Massen die Weifs- ihhitze erzeugt, wie man an kleinen Enden des Dochtes aus em hellen Glanze abnehmen kann, zugleich aber auch daraus hrnimmt, dafs sich nicht blofs feine Glasfäden in einer ge- inen Lichtflamme schmelzen lassen, sondern dafs selbst fei- r Eisendraht und sehr feiner Platindraht in derselben verbrennt. nnoch aber leistet die gewöhnliche Flamme dasjenige nicht, s sie durch das Blaserohr geblasen zu leisten vermag, zuerst il dann die sonst so leicht bewegliche Flamme den zu er- zenden Gegenstand nicht umflackert, und in kleinen Interval-

1 a. a. O. S. 184.

len wieder zur Abkühlung kommen läfst, sondern beharrlich gegen den nämlichen Punct gerichtet ist; dann weil der stärkere Luftstrom nicht blofs die Flamme mit sich fortreifst, sondern sie auch durch das Zuströmen der umgebenden Luft mehr concentrirt, wie denn die durch das Löthrohr angeblasene Flamme allezeit dünner ist, als die frei brennende; endlich drittens, weil die in einem dichteren Strome und mit gröfserer Geschwindigkeit herbeigeführte Luft durch die gröfsere Menge des enthaltenen Sauerstoffgases den Kohlenstoff der Flamme zum vollständigern Verglühen bringt, und überhaupt ein vollkommeneres Verbrennen der Bestandtheile der Flamme bewirkt, als wenn letztere das Sauerstoffgas blofs aus ihrer Umgebung anzieht. Man wird daher auch finden, dafs die mit dem Blaserohre angeblasene Flamme nicht schwalkt, wenn sie gleich frei brennend ruhig und schwalkend ist.

Die wesentlichsten Apparate dieser Classe sind:

a. Das gemeine *Löthrohr*, welches 1738 durch Axel v. Schwab erfunden, nachher durch Gust. v. Engeström[1] und Torb. Bergmann[2] beschrieben und empfohlen wurde, seitdem aber ungemein häufig, hauptsächlich von den Mineralogen zur Prüfung der Fossilien mit grofsem Nutzen gebraucht wird, aufserdem aber bei der Verfertigung physikalischer Apparate zum Festlöthen kleiner Theile, zum Zuschmelzen feiner Glasröhren u. s. w. vortheilhaft benutzt werden kann. Ueber die Anwendung desselben in der Mineralogie, die hierzu vorgeschlagenen verschiedenen Veränderungen desselben, die dazu gleich erforderlichen Hülfsapparate, namentlich ein kleines Löthfelchen und feines Zängelchen von Platin oder letzteres wenigstens mit Platinspitzen und anderes dergleichen geben die Lehrbücher jener Wissenschaft genügende Auskunft.[3] Als Material nimmt man zu demselben Glas oder Kupfer, am häufigsten Mes-

1 Halle fortges. Magie. T. III. S. 159. G. v. Engeström beschreib. eines mineralog. Taschenbuchs u. insbesondere des Nutzens des Blaserohrs in d. Mineralogie. A. d. Schwed. übers. von Wiegl. Greifsw. 1774. 8.

2 T. Bergmann de tubo ferruminatorio u. s. w. Vindob. 1779.

3 J. Berzelius von der Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie. Uebers. von H. Rose. Nürnb. 1821. v. Leonhard Handbuch der Oryktognosie. Heidelb. 1826. S. 84. woselbst man die weitere Literatur findet.

zuweilen der äufseren Eleganz wegen Silber. Die Form
ben ist im Allgemeinen die konische, wenigstens mufs die
desselben, eben wie die Düsen der gröfseren Gebläse,
form haben, und hiernach besteht dasselbe entweder aus
lofsen umgebogenen konischen Röhre, oder weil leicht Fig.
Speichel beim Blasen in demselben hinabläuft, und durch 186.
ftstrom fortgerissen auf die glühenden Körper kommt, so
an ihm den Wassersack a, worin sich jener ansammeln Fig.
und um diesen auszugiefsen, zugleich auch um das Ganze 187.
nsammengelegt leichter zu transportiren oder einzupak-
ßt man es aus drei Stücken bestehen, dem im Munde zu
len Rohre b, dem Wassersacke a und der Spitze c, wel-
geschmirgelt sind und ohne Weiteres in einander gesteckt
n.

Der *Blasetisch* der Glasbläser, welcher unter den viel-
n Gestalten hauptsächlich zum Blasen des Glases benutzt
Als einfachste Vorrichtung nimmt man ein gewöhnliches
es Löthrohr, welches an der Stelle seiner Biegung eine
zur Aufnahme des Speichels haben mufs, oder auch das
beschriebene messingene, befestigt dieses auf einem ge-
n Brette, und setzt eine pafsliche Oellampe so vor die
desselben, dafs die Flamme in einer wenig über die ho-
le sich erhebenden Richtung geblasen wird, und hält das
nelzende Glas in dieselbe. Manche Glasbläser haben eine
bliche Fertigkeit, auf diese Weise anhaltend mit dem
zu blasen, und selbst gröfsere Sachen zu fertigen; im
n aber ist die Methode unbequem, und für viele Appa-
genügend, weil die, durch anhaltendes Blasen ermüde-
uskeln des Mundes die Kraft verlieren, alsdann noch das
id gewordene Glas gehörig aufzublasen, und die verschie-
ch gethanen Vorschläge, sich zu diesem Aufblasen einer
e Federharz zu bedienen, diese vorher an die Glasröhren
den und dann mit der Hand zu drücken, sind langweilig
ngenügend. Man hat daher neuerdings diese nützlichen
ate meistens so eingerichtet, dafs unter einem für das Auf-
der Nebenapparate und gefertigten Arbeiten geeigneten
e sich ein doppelter Blasebalg befindet, welcher durch ei-
bequemen Mechanismus mit dem Fufse getreten sich mit
füllt, und diese mit so viel gröfserer Geschwindigkeit aus
n zweckmäfsig angebrachten Rohre bläst, je gröfser das Ge-

wicht ist, wodurch die obere Hälfte des Blasebalges zusammengedrückt wird. Die Form des Blasebalges ist entweder die gewöhnliche dreikantige, oder die vierkantige, oder am zweckmäfsigsten die cylindrische, weil diese bei der kleinsten Oberfläche den gröfsten Inhalt darbietet. Das aus dem Blasebalge ausgehende Rohr ist an der vorderen Seite durch den Tisch geführt, und vom Arbeiter abwärts gebogen, damit ihm die Flamme nicht beschwerlich wird, auch ist es meistens zum Aufstecken von verschieden weiten Röhrchen eingerichtet, je nachdem man eine gröfsere oder kleinere Flamme verlangt. Zu diesen letzteren nimmt der geübte Glasbläser Greiner jun. in Berlin enggläserne, denen er den Vorzug einräumt. Aufser einer Lampe von geeigneter Höhe und Form befindet sich an diesem Tische zuweilen noch die zum Spinnen der feinen Glasfäden bestimmte und bereits beschriebene Trommel [1].

c. Der eben beschriebene Glasblasetisch ist ein so vollständiger und seinem Zwecke so durchaus entsprechender Apparat, dafs ihn wohl alle diejenigen wählen werden, welche sich viel mit Glasblasen beschäftigen, insbesondere die eigentlichen Künstler in diesem Fache. Für blofse Liebhaber ist indefs diese Vorrichtung etwas kostbar, und kann leicht auf 10 bis 12 Thlr. zu stehen kommen, wenn alles gut und dauerhaft gefertigt ist. Theils des geringeren Preises wegen, theils weil es auch andere Gasarten, als atmosphärische Luft gebraucht werden, und endlich wohl um der unbedeutenden Mühe des Treibens während dem Blasen überhoben zu seyn, läfst sich das Arbeiten mit *tische Cylindergebläse* empfehlen, dessen oben (A. c.) Erwähnung geschehen ist, indem Jos. v. Baader dasselbe zuerst mit unbedeutender Veränderung als grofses Gebläse bei Schmelzöfen in Vorschlag und Anwendung gebracht hat. Lavoisier kann wohl als der erste genannt werden [2], welcher sich eines solchen hydrostatischen Gebläses zum Blasen mit Sauerstoffgas bediente; später wandelte er dasselbe indefs mit Meusnier in sein Gasometer um, Jos. v. Baader dagegen gab ihm die bekannte jetzt gebräuchliche bequemere Form, welche nach der für physikalische Zwecke bestimmten Einrichtung vollständig ist.

---

1 S. Th. II. S. 512.

2 S. unten C.

xx[1] beschrieben ist. Mann kann dasselbe in beliebiger
und Weite je nach den Zwecken und Bedürfnissen aus-
lassen. Nach der Durchschnittszeichnung ist ab der Fig.
, worauf der Apparat steht, dvfg ist ein Cylinder 188.
lech, welcher durch die Trichtermündung ev mit Wasser
werden kann, und zu dessen Steifung bei wx ein Band
rei Handhaben angebracht wird, um ihn bequemer zu
, welches in dem Falle unnöthig ist, wenn der Apparat
f demselben Tische bleibt, und mit diesem bewegt wird.
Axe dieses Cylinders ist die lothrechte Röhre on aufge-
, welche etwas über die horizontale Ebene des Cylinders
orragt, damit beim Aufheben des inneren Cylinders das
r nicht in dieselbe läuft. Auf dem Boden ist diese Röhre
inklich gebogen, bei d tritt sie aus dem Cylinder heraus,
i c einen Hahn, und ist zum Aufstecken des eigentlichen
hrs eingerichtet. Soll der Apparat zum Glasblasen benutzt
n, so hat er das Unbequeme, dafs hiernach die Flamme
rbeiter entgegengeblasen wird, welchem Uebelstande aber
abzuhelfen ist, wenn man diese Ausgangsröhre bei c recht-
ch umbiegt und bis zur erforderlichen Weite fortführt;
bgleich die Geschwindigkeit der Luftströmung durch eine
Biegung verliert, so bleibt sie doch für die gewöhnlichen
n leicht stark genug. Aus diesem äufseren Cylinder end-
ht unten die Röhre mit dem Hahne h, um das Wasser ab-
n. Die Höhe dieses Cylinders ist dann hinreichend, wenn
nere Cylinder in ihm bis zur Grenze seines Randes kl
nken kann, vorausgesetzt, dafs man nur einen geringen
ck verlangt, welcher einer dem aufgesetzten Rande tk
m Wasserhöhe proportional ist; soll dagegen der Luft-
stärker seyn, so mufs dieser Rand und zugleich der äufsere
ler höher werden.

i diesem äufseren Cylinder ist ein im Durchmesser um
kleinerer umgestürzter iklm eingesenkt, welcher als ei-
ner Luftbehälter dient, nur bis an ts reicht, und hier ei-
ufgesetzten Rand hat, dessen Höhe von 2 bis 12 Z. be-
kann, je nachdem man eine geringere oder gröfsere Com-
on der eingeschlossenen Luft verlangt. Inzwischen ist das
ebene Minimum noch gerade hinreichend, und das Maxi-

---

[1] G. I. 1.

mum giebt schon eine genügende Compression, wenn dieselbe nicht bedeutend stark seyn soll. In der Mitte auf dem oberen Deckel dieses Cylinders ist die Röhre p aufgesetzt, deren Höhe bis an den Hahn in das Niveau k l fallen, und deren Weite so seyn mufs, dafs das obere Ende der Röhre o bequem darin aufgenommen wird. Auf dieselbe ist eine engere messingene Röhre mit dem Hahn u befestigt, welcher geöffnet werden mufs, wenn man den inneren Cylinder wieder mit Luft, defsgleichen auch dann, wenn man denselben in das Wasser herabsenken, um dadurch die atmosphärische Luft aus ihm entfernen, und ihn dann mit irgend einer Gasart füllen will. Soll der Apparat blofs zum Blasen mit atmosphärischer Luft dienen, so ist der Hahn überflüssig, und man kann wohlfeiler dieses obere Ende der Röhre mit einem blofsen Korke verstopfen, welchen man herausnimmt, um den Cylinder in die Höhe zu heben und wieder mit Luft zu füllen; soll der Apparat indefs zugleich für andere Gasarten benutzt werden, so ist der Hahn allerdings nothwendig. Der untere Rand des inneren Cylinders ist in die Höhe gebogen, und bildet bei i m eine Rinne. Diese dient dazu, um Blei (Schrot) hineinzuschütten, so viel, als erforderlich ist, damit der innere Cylinder sich tief genug in das Sperrwasser im äufseren Cylinder herabsenkt. Ist diese Tiefe etwas bedeutend, so kann dadurch der Schwerpunct des innern Cylinders tiefer zu liegen, und er wird auch bei beträchtlicher Höhe nicht umschlagen, widrigenfalls mufs der äufsere Cylinder einige Streben haben, um dieses Umschlagen zu verhüten. Es scheint mir indefs überflüssig, diese näher zu beschreiben, da jeder geübte Arbeiter selbst leicht ein Mittel finden wird, dieses Umschlagen zu verhüten, falls es zu befürchten wäre, welches um so leichter der Fall seyn mufs, je höher der innere Cylinder im Verhältnifs zu seinem Durchmesser ist, und je weniger tief derselbe in das Sperrwasser einsinkt. Aus dieser Ursache und zugleich des geringeren Preises wegen ist es vortheilhaft, den innern Cylinder von sehr dünnem Bleche verfertigen zu lassen, zur Höhe aber nicht mehr als den doppelten Durchmesser zu wählen. Sinkt er dann tief ein, so kommt durch das Uebergewicht des Bleies in der Rinne i m, welches anfangs empirisch gleichmäfsig in der ganzen Rinne vertheilt werden mufs, der Schwerpunct des ganzen Cylinders unter den der verdrängten Wassermasse, und der Cylinder wird von selbst mit vertical gerichteter Axe

nmen, am eigentlichen Umschlagen aber ohnehin durch geringen Zwischenraum zwischen ihm und dem äufseren oder gehindert werden.

Es ist schon oben (A. c) erwähnt, dafs Jos. v. Baader hydrostatische Cylindergebläse auch im Grofsen für Schmelz- in Anwendung gebracht hat. In diesem Falle ist die Ein- ng im Wesentlichen dieselbe, aufser dafs der Mechanis- für die zuströmende Luft ein anderer seyn mufs, weil die- strömen bei ungleich schnellerer Bewegung in weit kürze- it geschehen soll. Zu diesem Ende wird neben dem Rohre ch ein anderes, durch den Boden gehendes Rohr ange- t, durch welches die Luft beim Aufsteigen des innern Cy- s in denselben tritt. Beide Röhren werden dann mit ei- Klappenventile versehen, die eben genannte mit einem sol- , welches sich nach oben öffnet, und also zufällt, sobald der e Cylinder mit Luft gefüllt, herabzugehen anfängt, die on dagegen mit einem diesem entgegengesetzten, wel- ich also beim Heraufgehen des Cylinders schliefst, damit eits herausgedrückte Luft nicht wieder in den Cylinder könne, beim Herabgehen des letzteren sich dagegen öff- um die enthaltene Luft frei ausströmen zu lassen. Dafs in n Falle, so wie bei allen diesen grofsen Gebläsen, ein hmafsiger Mechanismus erforderlich sey, um den Cylinder ben, damit er durch sein eigenes und aufgelegtes Gewicht ft gehörig zusammenpresse und zum Ausströmen aus der hre zwinge, ferner dafs man zu einem anhaltenden Ge- wenigstens zwei solcher Cylinder bedürfe, welche in ih- bewegung wechseln und den Luftstrom (Wind) in die ge- chaftliche Düse vereinigen oder in den nämlichen Wind- n münden, versteht sich von selbst, auch kann ich rück- ich des Uebrigen auf dasjenige verweisen, was oben in heoretischen Betrachtungen mitgetheilt ist.

Als eine Abänderung des beschriebenen kleineren Gebläses Baader ist dasjenige anzusehen, welches John Tilley zu chen mit dem Löthrohre in Vorschlag gebracht hat, in wel- der Lufthehälter unbeweglich ist, das Sperrwasser aber iner zweiten Abtheilung des Wasserkastens vermehrt und rch ein stärkerer Druck desselben gegen die eingeschlossene hervorgebracht wird. Das Blasen in diesen zweiten ganz schlossnen Raum, dessen Wasser durch vermehrten Luft-

druck in die zweite Abtheilung getrieben werden soll, geschieht durch ein Rohr mit dem Munde oder mit einem Blasebalge[1]. Eine genauere Beschreibung scheint mir indefs überflüssig, da der Apparat dem BAADER'schen entschieden nachsteht.

Auch HARE hat ein hydrostatisches oder von ihm so genanntes hydropneumatisches Gebläse angegeben, welches sowohl für atmosphärische Luft als auch für Sauerstoffgas bestimmt ist, und im ersten Falle die leicht wandelbar werdenden Blasebälge, im letzteren LAVOISIER's zu kostbares Gasometer ersetzen soll. Im Wesentlichen besteht es aus einer in zwei Abtheilungen getheilten und mit Wasser gefüllten Tonne, in welche die Luft oder das Sauerstoffgas durch einen im Boden befindlichen Blasebalg gebracht und dann durch den hydrostatischen Druck des Wassers comprimirt wird[2]. Im Ganzen scheint mir aber auch dieses mehr zusammengesetzt und minder brauchbar als das Baader'sche, und bedarf daher hier keiner ausführlichen Beschreibung. Als eine Eigenthümlichkeit desselben kann indefs erwähnt werden, dafs HARE auch beide Räume der Tonne mit Luft füllte, und auf diese Weise die Flammen von zwei Lampen zur Verstärkung der Hitze vereinigte.

C. Gebläse, bei denen die elastischen Flüssigkeiten in die Flamme übergehen oder dieselbe erst bilden.

Diese dritte Classe von Gebläsen ist in unmittelbarer Beziehung auf die Physik und Chemie bei weitem die wichtigste und begreift verschiedene Apparate, welche eine Hitze von der geringsten bis zur unglaublichsten geben, und früher kaum geahndete Schmelzungen zu bewirken vermögen. Die wichtigsten derselben sind folgende:

a. Das am wenigsten zweckmäfsige ist das *Weingeistlampengebläse*, welches hauptsächlich zum Glasblasen empfohlen

---

1 Aus dem Phil. Mag. and Journ. 1814. April bei Schweigg. Journ. XIV. 261.

2 Aus der weitläuftigen Abhandlung in Philos. Mag. Nr. LV. S. 238 u. Nr. LVI. 298 ausgezogen in Gehlen's N. Journ. I. 5 auch in G. Ann. LV. 43.

ıd in verschiedenen Formen ausgeführt ist[1]. Im Wesentlichen
ıteht dasselbe aus einem Gefäfse mit Weingeist, welcher über
ner Lichtflamme befindlich in Dampf verwandelt wird, so dafs
eser letztere aus einem engen Blaserohre ausströmend wieder
seine Flamme bläst, und den Luftstrom ersetzt. Die beste
d gewifs elegante Gestalt hat Hooke[2] dieser Blaselampe ge-
ben, weshalb sie in England jetzt häufig angewandt wird. Fig. 189.
der Zeichnung ist F der Körper einer Lampe von antiker
rm mit einer gebogenen Handhabe, welche bei E in einen
gelkopf endet. A ist eine mit Weingeist gefüllte Kugel, wel-
bei a eine Schraube hat, damit man sie mit Weingeist fül-
und dann wieder fest verschliefsen kann, bei b aber ein Si-
rheitsventil, auf den Fall, dafs die Elasticität der erzeugten
mpfe zu stark werden und die Kugel mit Gefahr zersprengen
nte. Aus dem oberen Theile der Kugel geht das gekrümmte
erohr BB, welches sich bei C in eine zum Blasen geeignete
ze endigt. Diese bläst gegen die Flamme D, biegt sie um,
ersetzt hierdurch den Blasebalg, mit dem Unterschiede,
hier die Weingeistdämpfe die Stelle der atmosphärischen
vertreten. Die Hitze der Flamme ist hierbei hoch stark
g, um den Weingeist im Sieden zu erhalten, und die
pfe desselben fortwährend zu erzeugen. Fürchtet man, dafs
hierzu nicht hinreichend sey, so müfste eine besondere
me unter der Kugel für diesen Zweck angebracht werden.
dieser Art ist diejenige Lampe, welche Pictet in London
nd auf dem Continente bekannt machte[3]. Eine länglicht
jene Lampe A hat zwei Flammen, wovon die kleinere das Fig.
Weingeist gefüllte Gefäfs B erhitzt, die zweite gröfsere bei 190.
n Schmelzen bestimmt ist. Das Weingeistgefäfs ruhet in
i messingenen Ringe H, aus welchem es bequem heraus-
ommen und wieder gefüllt werden kann, der Ring aber ist
ttelst eines durch eine Feder angeklemmten verschiebbaren

Aeltere Einrichtungen, z. B. die von Nollet angegebene S. Kunst physikalische Versuche anzustellen III. Th. Leipz. 1771. t. Taf. 1. Fig. 1 bis 4. übergehe ich. Die nachfolgende Be-ung ist aus der Encyclop. méth. Th. II. p. 371. Pl. LVI. fig. ıommen.

Nicholson's Journ. 1803. Nr. 14. p. 106. Daraus in Gehlen's II. 630.

Voigt Mag. V. 255. Scherer's Journ. X. 349.

Trägers GE an der messingnen Stange D fest, und kann nach Bedürfnifs höher und niedriger gestellt werden, indem sich auch auſserdem die Stange D vermittelst der Klemmschraube J verschieden stellen läſst. Aus dem Gefäſse B strömen die Weingeistdämpfe durch das gebogene Rohr C, und blasen gegen die gröſsere Flamme der unteren Lampe.

Die erste der beschriebenen Lampen hat den Vorzug des Sicherheitsventiles und dafs sie die nämliche Flamme zum Blasen und zum Erhitzen des Weingeistes gebrauchet, allein dafür ist die Consumtion des theurern Weingeistes im Verhältnifs zum Oele bei ihr bedeutend stark, theils ist die Hitze der Weingeistflamme nicht so stark, als die einer Oelflamme, und die unter der Kugel brennende Flamme mufs bedeutend stark sein, wenn sie durch das Blasrohr nicht völlig umgebogen, und die Bildung der Weingeistdämpfe noch die erforderliche Stärke behalten soll. Die zweite, durch PICTET empfohlene Lampe hat den Vorzug der Verschiebbarkeit des Weingeistgefäſses, hierdurch und durch Vergröſserung oder Verkleinerung der eigends bestimmten Flamme die Stärke des Dampfstromes regulieren. Endlich kann die zum Schmelzen bestimmte Flamme der Oel- oder Unschlittlampe bedeutend verstärkt werden, dafs man durch diese eine hinlängliche starke Hitze zu erregen vermag. Sie hat indefs die groſse Unbequemlichkeit, dafs das Gefäſs B durch den Schwalk der Lampe ungemein heiſs wird, so dafs sie sich mit Reinlichkeit gar nicht handhaben, und ich möchte daher rathen, das Gefäſs A so abzutheilen, dafs die vordere Flamme durch Oel genährt würde, die hinter aus einer eigenen, in einen abgetheilten Raum der Lampe gesetzten Weingeistlampe hervorginge, um diese nach Belieben herausnehmen und mit Weingeist füllen zu können. Uebrigens hat die durch Weingeistdämpfe geblasene Flamme bei weitem die Hitze nicht, als die mit atmosphärischer Luft geblasene, indem die zugeführten Weingeistdämpfe die Hitze eher vermindern als vermehren, und die gröſsere Intensität der Hitze, welche sie der Flamme geben, beruhet hauptsächlich auf dem Strome der atmosphärischen Luft, welchen sie mit sich führen. Verlangt man indefs beim Blasen keine bedeutende Intensität der Hitze, insbesondere für kleine Versuche mit dem Haarrohre, oder zum Festlöthen kleiner Stücke, oder zum Biegen nicht sehr dicker Glasröhren, so ist das Pictet'sche Ab-

hierzu ein wohlfeiler und bequemer Apparat. Ihm gleichend und gleichfalls in sehr kleinem Maßstabe ausführbar bekannte, durch v. MARQUARD angegebene Blase-. Auf die mit einem des Luftzuges wegen durchbrochehande versehene Weingeistlampe A wird das konische, Fig. lls mit etwas Weingeist gefüllte Gefäß B gesetzt, wel- 191. en das aufgeschrobene und gebogene Blasrohr C hat. In igneten Höhe steht auf einem Pfosten die kleine Oellampe che zum höher oder tiefer Stellen mit einer Schraube ist, und erst angezündet wird, wenn man das Aus- des Weingeistdampfes wahrnimmt.

Als zweites Gebläse dieser Art kann das *Sauerstoffgas*genannt werden. Die Leichtigkeit, womit eine Stahl- Sauerstoffgas verbrennt, mußte bald auf den Gedanken diese Gasart als Gebläse zur Erzeugung einer Hitze von Intensität zu gebrauchen, und ACHARD war einer von [2], welcher dieses auf eine sehr einfache Weise in ng brachte, indem er das Sauerstoffgas in eine Thier- einem Blaserohre füllte, und gegen die Kohlen blies, Platin schmolz, Eisen verbrannte und selbst Schmelzglasete. Seine Versuche wurden sehr allgemein bet und von vielen wiederholt. LAVOISIER bediente sich gleichfalls einer Blase, nachher aber eines hydrostatiebläses, oder seines Gasometers, womit er 1782 eine eihe von Versuchen anstellte [3], welche nachher durch OY u. m. a. wiederholt wurden. Seitdem sind verschiehr oder minder zweckmäßige Vorschläge zur Construcher Maschinen gethan, z. B. von GÖTTLING [4], insbedie bekannteste von EHRMANN, welche der elektrischen nachgebildet ist, und von ihm zu einer sehr weitläuftihe von Schmelzversuchen benutzt wurde [5]. Viele spä-

---

Scherer's Journ. III. 383.

Mém. de Berlin année 1779. Samml. physikal. u. chem. Abh. I.

Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris Année 1782. p. 467. Fourém. et observ. de Chemie, cet. publiés par l'Auteur. Par. 1782. en Chem. Beob. u. Versuche. Leipz. 1785. 8.

Acta Acad. Mogunt. 1784.

Versuche einer Schmelzkunst mit Beihülfe der Feuerluft. b. 1786. 8.

selben beibehalten habe, vermuthlich deſswegen, weil s
dropneumatisches Gebläse schon allein wegen der Ble
welche die beiden Gasarten zuführen sollen, manche
quemlichkeiten hat, indem es namentlich nicht leicht
mit Gasarten zu füllen und diese zugleich rein und geh
vermischt zu erhalten, die übrigen mannigfachen Hin
nicht gerechnet. Dasselbe wurde daher auch wenig
und seit seiner Erfindung im Jahre 1801 machten erst 18
durch Silliman wiederholten Versuche[1] auf die grofse St
kraft desselben abermals aufmerksam, jedoch wurde es
diese Zeit bekannten Marcet'schen Lampe selbst in seine
kungen nachgesetzt. Als man aber vollends das Newm
Gebläse mit Knallgas kennen gelernt hatte, und Cla
durch dasselbe bewirkten Schmelzungen in gröfster Zahl
machte, wurde Hare's Gebläse fast ganz vergessen. D
beim Gebrauche des letzteren bald zeigende Gefahr fü
dels den Wunsch herbei, die beiden Gasarten getrennt
Fig. halten. Edwards schlug daher vor, den Kasten de
192. man'schen Gebläses A durch eine Scheidewand a a in
gleiche Hälften b, b zu theilen, in der doppelt so gr
Wasserstoffgas und in der anderen das Sauerstoffgas zu
miren, aus jedem ein besonderes Rohr B, B' zu führen,
von diesen mit einem eigenen Hahne zu versehen, und
Ausgange mit einer gemeinschaftlichen Mündung D zu
hen[2]. Dabei wird nicht angegeben, ob der Hahn für W
stoffgas eine gröfsere Oeffnung gehabt habe, oder auf
Weise das richtige Mengungsverhältnifs beider Gasarten
sey. Murray wollte daher drei gleich grofse Gefäfse mit
weiten Hähnen, zwei für Wasserstoffgas und eins für Sau
gas nehmen; allein nach den Gesetzen der Pneumatik
hierdurch der beabsichtigte Zweck nicht erreicht werden
die Scheidewand zwischen beiden Gasarten schadhaft
könnte, so rieth ein anderer, beide Gefäfse zu trennen
dritter brachte doppelte Scheidewände mit einer zwischen
den Lage Wasser in Vorschlag u. dergl. m.

---

1 Bruce's Amer. mineralog. Journ. I. 97. daraus in Je
Phys. LXXX. 157. und Ann. de Chem. LX. 81.

2 The London med. surg. and pharm. Repository. 18
daraus in G. Ann. LXII. 270.

G. Schmidt vereinigte zwei solche hydrostatische Ge-
als womit er seine schätzbaren Versuche über die Aus-
ngsgeschwindigkeiten verschiedener Gasarten aus Röhren
gleicher Länge und Weite anstellte, das eine von gedop-
Inhalte des andern, liefs die getrennten Gase aus beiden
weiteren Röhre sich mengen und aus dieser durch eine
laserröhre strömen, wobei die Quantitäten jedes einzelnen
durch einen Hahn regulirt wurden [1]. Die Construction
im Wesentlichen mit derjenigen überein, welche ich so-
naher beschreiben werde, scheint mir derselben aber an
lichkeit und rücksichtlich der Gröfse, in welcher der-
aus gläsernen Gefäfsen bestehend, ausführbar ist, et-
chzustehen, weswegen ich eine weitere Beschreibung

jenige Knallgasgebläse, dessen ich mich bisher seit zehn
bedient, und womit ich einige früher bekannt gemachte
the angestellt habe [2], besteht aus zwei verbundenen Ga-
n von der Art, wie sie Fürstenberger zu seinen be-
n elektrischen Zündlampen benutzte, und ich halte diese
ction noch jetzt in demjenigen Falle für die beste, wenn
die Verminderung der verbrauchten Gase oder die Menge
ch vorhandenen durch das Glas sehen will. Weil aber
ebläse an Wirksamkeit bedeutend zunehmen, wenn man
asse vergröfsert, und in dieser Hinsicht mir das Knall-
läse noch in seiner Kindheit zu seyn scheint, eine Folge
, dafs man die Compression des Knallgases als nothwen-
dingung zur Erzeugung einer starken Hitze ansieht, so
ich jetzt zwei oben beschriebene Baader'sche Cylinderge-
mit einander verbinden, wovon das für die Aufnahme des
erstoffgases bestimmte 18 Z. Höhe und 12 Z. Durchmesser
das zur Aufnahme des Sauerstoffgases dienende aber bei
er Höhe nur 10 Z. Durchmesser, und wobei die Vereini-
beider Gase erst unmittelbar vor dem Blaserohre geschieht.
Compression der Gase wird hierbei zwar nur 4 Z. Wasser-
betragen, allein ich glaube überzeugt zu seyn, dafs dieses
end ist. Zur bequemen Füllung hat der Sauerstoffgascy-
r oben eine durch einen Guericke'schen Hahn verschliefs-

---

[1] G. LXVI. 64.
[2] G. LXVIII. 66.

bare Röhre, in welche eine andere, mit einer Thierblase verbundene paſst, um letztere mit Sauerstoffgas zu füllen und dieses nach Oeffnung des Hahns durch Emporhebung des inneren Cylinders in denselben zu bringen; das für Wasserstoffgas bestimmte Gefäſs dagegen erhält eine ähnliche Röhre, in welche aber ein Entbindungsrohr geschroben wird, um das Gas aus der Entbindungsflasche unmittelbar hineintreten zu lassen, und bei dem stärkerem Verbrauche desselben während der Versuche zu erneuern. Hierdurch wird zugleich einer möglichen Verwechslung der Gase beim Einfüllen, und der Erzeugung von Knallgas vorgebeugt. Durch aufgelegte Gewichte läſst sich der hydrostatische Druck des Wassers und somit die Compression der Gase leicht reguliren, und ist stets gleichmäſsig, die Gasometer mögen mehr oder weniger mit Gas gefüllt seyn, indem der unbedeutende, aus dem tieferen Einsinken des inneren Cylinders in das Sperrwasser entstehende Unterschied bei der Dünne des Bleches, woraus derselbe verfertigt ist, füglich vernachlässigt werden kann. Die Gröſse der Cylinder wird es gestatten, die Weite des Blaserohres von 0,1 bis 1 Lin. zu vermehren. Zur vollständigen Uebersicht der Construction genügt die vertikale Durchschnittszeichnung. Bei der für das Wasserstoffgas bestimmten Abtheilung ist ABCD der äuſsere, bis oben mit Wasser gefüllte Cylinder oder die Cisterne von Messingblech zusammengelöthet, welcher auf dem hölzernen, mit vier 6 Z. hohen Füſsen versehenen Brette DE ruhet; FGHI ist das unten offene und mit einem Bleistreifen $\alpha\alpha$ versehene Gasometer, dessen oberer Boden PP so weit vertieft ist, als es in das Sperrwasser zur Erhaltung der erforderlichen Druckhöhe herabsinken soll. QR ist das zum Ausströmen des Gases dienende Rohr, welches auf dem Boden festsitzend, dort rechtwinklich gebogen aus dem Cylinder heraustritt, oder bei harter Löthung mündet es besser in der Mitte des Bodens, und das unter letzterem hinlaufende Luftrohr wird in dasselbe geschroben oder gesteckt. Um das Gas zu verbrauchen, ohne dafs die Druckhöhe bedeutend abnimmt, reicht das Luftrohr QR so hoch hinauf, als der obere Rand der Cisterne, und zur Aufnahme seines obersten Endes, beim tiefsten Herabsinken des Gasometers dient das kurze Rohr M mit dem Guericke'schen Hahn L und einer Mutterschraube O zur Aufnahme des Entbindungsrohrs. Endlich ist an der hinteren Seite über dem Boden ein Hahn zum Abzapfen

Fig. 193.

Wassers angebracht, wenn man dieses erneuern will. Ist
Bleistreifen unten am Rande des Gasometers nicht bedeutend
ier, und sinkt diesemnach letzteres nicht hinlänglich tief
so würde es beim obersten Stande umschlagen, kann hier-
s aber leicht durch einige Streben an der Seitenwand der
me oder auf sonstige Weise gesichert werden. Auf gleiche
se construirt ist das für das Sauerstoffgas bestimmte Gasome-
nur etwas geringer von Durchmesser, und die gleichen
en Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, als bei dem
beschriebenen die grofsen; blofs die obere Oeffnung der
se hat keine Schraube, sondern ist zur Aufnahme des Roh-
er mit Sauerstoffgas gefüllten Thierblase konisch ausge-
rgelt. Die Füllung des Apparates versteht sich eigentlich
selbst. Sind nämlich die Hähne, womit jedes nach aufsen
erstehende Ende der Gasröhren QR und qr versehen ist,
schlossen, und die Cisternen bis RR und rr mit Wasser ge-
, so werden die Gasometer nach geöffneten Hähnen L und l
ingesenkt, bei deren Niedersinken die atmosphärische Luft
selbst aus O und o entweicht. Sind sie bis auf den Boden der
men herabgesunken, so mufs das Wasser bis zum Rande AC,
estiegen seyn, oder es wird die hierzu erforderliche Menge
gegossen. Dann wird das Entbindungsrohr des Wasserstoff-
auf O geschraubt, und das Gasometer steigt von selbst, so
s sich mit dem Gase füllt, in o dagegen wird das Rohr der mit
sstoffgas gefüllten Thierblase hineingesteckt, und das Gaso-
r etwas in die Höhe gehoben, so dafs die Blase sich in das-
entleert. Zum Ueberfluss will ich endlich noch bemerken,
blofs die beiden Gasröhren aufserhalb der Gasometer vor
r Vereinigung jedes mit einem Hahne versehen seyn müs-
, das eigentliche Blasrohr darf aber keinen solchen haben,
wenn sonst die ersteren geöffnet sind und der letztere ver-
ssen wird, so werden beide Gasarten in beiden Gefäfsen
engt, und es bildet sich Knallgas. Ein ähnliches Gebläse,
das hier beschriebene ist dasjenige, dessen sich G. G.
NDT [1] bediente, mit dem Unterschiede, dafs das Gasome-
n demselben nicht beweglich ist, die gleichbleibende Com-
sion der Gase durch zugegossenes Wasser erhalten werden

1 Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. 8. 360.

mals, und die Füllung der Gasometer mit einiger Schwierigkeit in der pneumatischen Wanne geschieht.

Beim Gebrauche dieses Apparates scheint es mir am besten, die anfängliche allmälige Erhitzung der Substanzen zuerst durch die bloſse Wasserstoffgasflamme zu bewirken, dann die Oeffnung des Hahns für Sauerstoffgas so zu reguliren, daſs die Flamme die gröſste Intensität der Hitze erhält, welches man bei einiger Uebung ohne Schwierigkeit erreicht. Will man indeſs bei gleichem Drucke Wasserstoffgas und Sauerstoffgas dem Volumen nach im Verhältniſs von 2 : 1 verbinden, so giebt G. G. Schmidt hierfür die Formel

$$D' : D'' = \sqrt[4]{\Delta} : \sqrt[4]{4\delta}$$

worin D′ und D″ die Durchmesser der Röhren, Δ und δ die Dichtigkeiten von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas bezeichnen. Wird hierin $\Delta = 15$; $\delta = 1$ gesetzt, so erhält man das Verhältniſs der Durchmesser = 1,392 : 1.

d. *Newman'sches Knallgasgebläse* wurde allmälig aus dem Sauerstoffgasgebläse und der Marcet'schen Lampe gebildet. Brooke wollte nämlich überhaupt den Gasstrom beim Löthen gleichmäſsiger machen, und wählte hierzu das Mittel, die Gase in einem kupfernen Gefäſse zu comprimiren[1]. Er lieſs sich durch Newman einen hierzu bequem eingerichteten Apparat verfertigen, wo ihn Dr. Clarke sah, und zum Blasen mit Sauerstoffgas gegen eine Weingeistlampe benutzte. Weil aber die letztere nicht Wasserstoffgas genug enthielt, so rieth ihm Newman das Knallgas selbst als Flamme zu benutzen, und gegen die Explosion durch hinlängliche Abkühlung in einer langen und engen Glasröhre zu sichern. Mit einem auf diese Weise eingerichteten Apparate, dessen Construction im Wesentlichen noch heute beibehalten ist, stellte Clarke bald die lange Reihe merkwürdiger Versuche an, welche die Aufmerksamkeit allgemein auf dieses neue Mittel zur Erzeugung unglaublicher Hitze richtete. Dieses erste Gebläse bestand aus einem ganz verschlossenen kupfernen Gefäſse C, 4 Z. lang, 3 Z. breit und 3 Z. hoch. Auf diesem befindet sich die Compressionspumpe D, deren Stange in einer Lederbüchse luftdicht bewegt wird. An

Fig. 194.

1 Ann. of Phil. VII. 367. vom Jahre 1816.

ist eine Oeffnung, durch welche die Luft in die Pumpe
t, in welche aber auch ein Hahnstück geschroben werden
, mit einer Blase oder sonstiger Vorrichtung, um Sauer-
s oder irgend eine andere Gasart, namentlich Knallgas in
mpe zu bringen. In das Blaserohr AB endlich, durch
es die Luft nach der Oeffnung des Hahns ausströmt, wird
tliche Zolle lange und nur $\frac{1}{10}$ Z. weite Glasröhre gesteckt,
en Ende man das ausströmende Gas entzündet, und die
hmelzende Körpern in die Flamme hält [1]. Clarke ge-
hte diesen Apparat lange, und stellte eine grofse Reihe
t interessanter Versuche damit an [2], wobei aber das zu-
volle 4 Z. lange Glasröhrchen durch Abspringen kleiner
chen zuletzt bis $1\frac{1}{4}$ Z. verkürzt, und dann mit einem an-
$\frac{1}{10}$ Z. weiten vertauscht wurde. Hiernach aber entzündete
die Knallluft im Apparate, und zersprengte denselben
rchtbarer Explosion, wobei Hahn und Pumpe fortgeschleu-
die Seiten des Kastens umgebogen wurden, und ein Stück
upfers mit zerstörender Gewalt gegen den Kamin am Ende
immers flog. Clarke hatte zugleich bemerkt, dafs die
samkeit des Gebläses durch die Erweiterung des Röhrchens
vergröfsert wurde. Man war daher auf neue Sicherungs-
bedacht, welche dann das verbesserte Knallgasgebläse ver-
ten.

Auf den Vorschlag von Cumming wurde defswegen im In-
des kupfernen Gefäfses ein Sicherungscylinder, zur Hälfte
Wasser gefüllt, angebracht [3], durch welches das compri-
Gas vor dem Ausströmen aus dem Blaserohre erst aufstei-
mfste. Dieses im vergröfserten Mafsstabe gezeichnete Ge-
nthält nur in E das Knallgas, unter welchem sich Wasser
uch Oel befindet. Es steigt durch das Ventil F in die Fig. 195.
, welches sich im Falle einer Explosion schliefst, und die
eitung der Entzündung in die Gesammtmasse des Knall-

Journ. of. Sc. and the Arts. N. III. p. 104. daraus in G. LV.
hweigg. XVIII. 228.

S. ebend. desgl. Ann. of Phil. VIII. 364. IX. 89. Ann. de
et Phys. III. 39.

Dieser Vorschlag ist wiederholt durch Gurney. S. Lond. Journ.
rts and Sc. 1823. Nov. p. 265. daraus in Dingler polyt. J. XIII.

gases hindert. In der Fläche a b ist ein feines Gewebe von Platindraht ausgebreitet, wodurch nach Davy die Fortsetzung der Entzündung gleichfalls gehindert wird, und ein anderes solches Drahtgewebe befindet sich in dem Raume A, so dafs hierdurch auch der Fortpflanzung der Entzündung in den Raum B begegnet wird. Inzwischen kann diese dennoch statt finden, wenn vor oder während der Explosion das Wasser zurückgedrückt wird, wie Clarke bei einem zweiten Falle dieser Art erfuhr, ohne dafs durch glücklichen Zufall auch diesesmal irgend jemand der Umstehenden beschädigt wurde. Man mufste sich also entschliefsen, sich gegen die gefährlichen Folgen solcher Explosionen durch einen Schirm zu schützen, welcher aus einer 12 F. hohen Flügelthüre von 1,5 zöll. Brettern bestand, und blofs das Blasrohr durchliefs. Theils um das Gas weniger feucht zu erhalten, theils um die Sicherheit durch die gröfsere Klebrigkeit des Oels zu vermehren, nahm Clarke diese letztere Flüssigkeit zum Sperren des Gases, und versichert, gegen zwanzig Explosionen der kleinen abgesperrten Gasmenge ohne irgend eine Gefahr absichtlich veranlafst zu haben [1].

Clarke bemerkt bald, dafs die Wirkung des Gasgebläses mit der Weite der Blasröhre ausnehmend wachse, welche er sie bis $\frac{1}{12}$ Z. weit anwandte. Bei einer so bedeutenden Consumtion mufste aber die Verdichtung in einem so kleinen Gefäfse bald abnehmen, und damit die Gefahr der Explosion wachsen. Man kam daher auf das einfache Mittel, auch die Compressionspumpe durch den Sicherungsschirm zu führen, und so entstand das jetzt noch gebräuchliche, *verbesserte Newman'sche Gebläse*, dessen Einrichtung in allen übrigen Stücken dem vorigen völlig gleicht. In der Zeichnung ist 1 die mit Gas gefüllte Fig. 196. Blase, 2 die Compressionspumpe, deren Kolbenstange durch den Sicherungsschirm geht und dort mit der Hand bewegt wird. 3 und 4 sind Röhren, welche das Gas in das kupferne Gefäfs und in die Compressionspumpe leiten. In dem eigentlichen Behälter des comprimirten Gases 5 steht der Sicherheitscylinder, welcher halb mit Oel gefüllt ist, und aus diesem geht das mit einem Hahn 6 versehene, vorn in eine nach unten herabgebogene Spitze auslaufende Blasrohr durch die Schutzwand. Zu dem

1 Gilbert aus verschiedenen Abhandlungen in englischen Zeitschriften zusammengetragen in Ann. LXII. 247.

ren nimmt Clarke bronzirte kupferne, welche er den gla-
vorzieht. Soll der Apparat zum Versuche eingerichtet
, so wird der Hahn 6 verschlossen, Gas durch 5 bis 6
stöfse in das Gefäfs gepreſst. Dann verschlieſst man die
Hähne und öffnet den bei 6, damit etwas Gas ausströme,
n sich durch das Gehör überzeuge, ob das Oel sich im
eitscylinder befinde, weil im entgegengesetzten Falle das
den des Gasstromes mit Gefahr verbunden ist. Man hört
das Gas mit einem Geräusche wie beim Sieden des Was-
rch das Oel aufsteigen. Ist auf diese Weise der Apparat
ung, so verschlieſst man den Hahn bei 6, öffnet die
, und comprimirt das Gas bis zur gehörigen Dichtigkeit.
perimentiren muſs dann ein Gehülfe die Compression
s fortsetzen, damit es stets die gleiche Dichtigkeit be-
Zu diesem Ende muſs die vorher mit dem Gas gefüllte
sehr grofs seyn, oder man nimmt statt derselben einen
Ballon von gefirnifsten Taffent. Endlich muſs das Rohr
reinigt werden, weil sich leicht etwas mechanisch fort-
es Oel hineinsetzt [1].

ese angegebene Construction des Apparates hat man im
nen beibehalten. So sehr indeſs auch durch die beiden
tter und das Oel jeder Gefahr einer Explosion vorgebeugt
kann es doch als möglich gedacht werden, daſs beim Ge-
beide Drahtgitter zerreiſsen, daſs das Oel in den gröſse-
lter gedrängt werde, oder eine eben durch dasselbe auf-
e Gasblase die Entzündung in das Hauptgefäſs und von
selbst bis in den Ballon fortpflanze. Man hat daher noch
Sicherungsmaſsregeln ausgesonnen. Dahin gehört, daſs
n die hintere Platte des Kastens dünner macht und min-
anlöthet, so daſs diese allein herausgesprengt werden
und man überall gesichert wäre, wenn man sich nur
nter dem Kasten befände. Hiermit verband Clarke
iter die Vorsicht, daſs er den ganzen Apparat zum Fen-
aus richtete, so daſs die Explosion nach Aufsen gehen
während der Operirende durch die grofse Thüre zwi-
hm und dem Gebläsekasten gegen jede Gefahr gesichert

---

[1] Journ. of Sciences and the Arts. Nr. IV. p. 397. Gilbert Pfaff in Schweigg. J. XXII. 391. Ann. of Phil. X. 188.

war[1], ein Vorschlag, dessen Unbequemlichkeit sich auf den ersten Blick kund giebt. Shillibeer empfiehlt ein Gitter von Messingblechen, zwischen denen das Gas durchströmen, und sich nachher in einen gröfseren Gasstrom aus weiteren Röhren vereinigen soll, wobei jenes Gitter aus Messingblechen noch obendrein auf beiden Seiten mit einem Drahtgewebe zu versehen sey; allein Pfaff[2] findet nach seinen Versuchen auch diese Sicherungsmittel für Knallgas unzureichend, und giebt überdies der Füllung des Sicherheitscylinders mit Wasser den Vorzug vor der durch Oel, weil letzteres wegen seiner Dickflüssigkeit beim Durchgange der vielen kleinen Blasen stark schäumt, und dadurch in das Blaserohr gespritzt wird, da auf der andern Seite das Gas durch jenes Sperrwasser nicht füglich feuchter werden könne, als die Bestandtheile desselben ihrer Bereitungsart nach schon sind. Man könnte hinzusetzen, dafs ein solcher Schutz, wenn allmälig das Oel noch dickflüssiger geworden ist als es anfangs, die bezweckte Sicherung wieder aufhebt. Wallaston gab den Rath, den Gasstrom durch ein ganzes Bündel von Haarröhrchen von dem kleinsten Durchmesser gehen zu lassen, und dann in ein Rohr von gröfserem Durchmesser zu vereinigen, wonach also eine mögliche Explosion nicht einmal in den Sicherungscylinder dringen könne, ein gewifs sehr beifallswerther Vorschlag, wenn man anders von der Feinheit und Unversehrtheit eines solchen Bündels versichert ist. Ein gewisser Beale wollte eine Bleiplatte in dem Boden des Knallgasgefäfses luftdicht befestigen, und diese über eine mit Sand gefüllte Oeffnung im Tische stellen, damit eine mögliche Explosion nicht schädlich würde; zugleich schlug er statt des Wollaston'schen Haarröhrchenbündels ein Stück spanischen Rohrs vor, welches allerdings ein poröses Gefüge hat, für diesen Zweck aber gewöhnlich zu dicht und nicht genug abkühlend ist. Gray hielt zwei feine Drahtgewebe, welche aber in der Röhre angebracht werden müfsten, um vor jedem Versuche erst von ihrem Unbeschädigtseyn sich zu überzeugen, für vollkommen sichernd. Eine kleine Thierblase mit Gas zu füllen und dieses aus einer mit einem Hahn versehenen Röhre zu treiben, ist gewifs oft ohne besondere Erwähnung in Anwendung gebracht. Achard bediente sich

1 Ann. of Phil. IX. 90. X. 378.

2 Schweigg. J. XXII. 412.

s einfachen Apparates zuerst zum Blasen mit Sauerstoff-
, und so schlug auch Booth vor, eine solche auf ein
zu legen, sie mit einem andern, vermittelst zweier durch-
ckter Stangen horizontal gehaltenem Brette zu bedecken, und
aufgelegte Gewichte einen stets constanten Druck zu er-
n. In Beziehung auf diesen letzteren hat der Apparat viel
ch, und gewährt schon aus dieser Ursache grofse Sicherheit,
mehr aber, wenn das Rohr erst mit einem Cumming'schen
rheitscylinder und dann noch mit einem Wollaston'schen
l von Haarröhrchen versehen wird, aber auch ohne dieses
e Explosion bei ihm weit weniger gefahrvoll, als bei ei-
Newman'schen Kasten, und da man Blasen von so bedeu-
r Gröfse haben kann, so ist die ganze Idee für alle diejе-
zu empfehlen, welche keine grofse Kosten aufwenden
n. Ganz neuerdings ist diese Idee, eine blofse Thierblase
Knallgasgebläse zu gebrauchen, wieder durch Ottley empfoh-
, welcher zur Sicherung zwischen der Blase selbst und der
öhre eine messingene, mit Eisenfeilicht gefüllte Röhre
ehlt. Mir scheint dieses Mittel keine vollständige Sicher-
n gewähren.

Ein ganz entgegengesetztes Princip, als die mitgetheilten,
möglichste Sicherung gegen jede Explosion bezweckenden,
ie Thomas Osbrey, indem er das Gefäfs so stark machte,
ie Explosion dasselbe nicht zu zertrümmern vermöchte.
e von Aufsen die gefällige Gestalt eines Cylinders, an Fig
m das Blaserohr mit seinem Hahne und die Compressions- 197.
e mit der Gasblase für sich kenntlich sind. Eine Durch- Fig.
schnittszeichnung zeigt, dafs dasselbe aus zwei, in einander 198.
schlossenen Cylindern zusammengesetzt war. Der eigent-
Gasbehälter AA bestand aus $\frac{1}{8}$ Z. dickem Kupfer, mit ein-
raubter und weich gelötheter Bodenplatte, den Deckel mit
rauben blofs aufgeschraubt. Das äufsere Gehäuse BB war
ahe 1,5 Z. dickem zusammengeschweifsten und abgedrehe-
chmiedeeisen verfertigt, die obere und untere Platte jede
2 starken Schrauben CC befestigt. Sind beide Gefäfse in
der gesetzt, so wird der Zwischenraum mit Zinn ausge-
n. Das eingeschraubte Hahnstück F hat oben einen Vor-

Encyclop. meth Part. Phys. II. 873.
Mechanic's Magz. Nr. 157.
Bd.

sprung, welcher zu gröfserer Sicherheit durch den Deckel niedergehalten wird. Um den Apparat vorher zu probiren, wa statt des Blaserohrs ein messingnes Rohr mit eingekitteter Glasröhre und einem darin befindlichen Drahte F eingeschrobe durch welchen die 13mal verdichteten 800 Cub. Z. Knall vermittelst eines elektrischen Funkens aus hinlänglicher Entfernung entzündet wurden. Zweimal hielt dieser Apparat die Explosion aus, und bewährte somit die Sicherheit seiner Anwendung. Um aber das Gas nicht unnütz zu verschwenden, brachte er im Blaserohre ein Bündel der feinsten gläsernen Haarröhrchen an, welche aus gemeinen Glasröhren mit der Lampe leicht geblasen werden und die messingenen völlig ersetzen [1]. Ob solche Apparate in gröfserer Zahl verfertigt und gebraucht sind (was bei ihrer Kostbarkeit kaum zu vermuthen ist), und ob sie sich durchaus als sicher bewährt haben, ist mir nicht bekannt geworden. Inzwischen lassen sie sich auf keinen Fall empfehlen, denn entweder sind sie ohne fortgesetzte Comprimirung des Gases durch eine stets bewegte Compressionspumpe, und in diesem Falle würde der Gasstrom fortdauernd abnehmen, oder sie sind mit einer solchen Compressionspumpe verbunden, und da ist keine vollständige Sicherheit vorhanden, dafs nicht schadhaft gewordenen Ventilen der letzteren die Explosion dem Innern sich bis in die gesammte Gasmenge der Blase fortpflanzen könne. Ferner hat Wilkinson als Sicherungsmittel vorgeschlagen, aufser den feinen Drahtgittern, welche durch einen Zufall leicht zerrissen werden können, vor dem Eingange zur Blaseröhre eine oder einige Lager geklopften Asbest anzubringen und zwischen die Drahtgitter zu legen, damit nirgends ein freier Zusammenhang des Gases existire [2], und so mag immerhin der Vorschläge, diese Newman'schen Gebläse mit verdichtetem Knallgase gegen eine jeden Augenblick drohende gefährliche Explosion zu sichern, noch viele geben, welche vielleicht nicht einmal sämmtlich bekannt geworden sind, kaum verdienen, weiter beachtet zu werden.

Eine bisher von mir noch nicht berührte Frage betrifft das eigenthümliche Mengungsverhältnifs des Gases, welches man zu

1 G. LXII. 270. ff.

2 Aus Repertory of Patent-Inventions in Dingler's polyt. Journ. XX. 17.

ng dieser Gasgebläse am vortheilhaftesten zu wählen habe.
,s nahm man Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in demjenigen
ltnisse gemengt, welche zur Erzeugung des Wassers durch
ennung derselben erfordert wird, nämlich dem Volumen nach
Theile von jenem zu einem Theile von diesem. Sehr bald nach
findung dieses Gebläses versuchte man auch andere Verbin-
n, kam indefs meistens zu jener ersteren wieder zurück, und
ufs daher annehmen, dafs diese die beste sey, oder die Frage
ls noch nicht völlig entschieden angesehen werden. H.
wollte früher bei seinen Untersuchungen über die Flamme
en haben, dafs jene Mengung mit einem kleinen Ueber-
s von Wasserstoffgas die stärkste Hitze gebe; Clarke
erte dagegen, die Hitze der Flamme nehme in dem Ver-
se ab, als ein Ueberschufs von Wasserstoffgas sie minder
ir mache, wefswegen er sich nur zu Reductionsversuchen
Gemenges aus 3 Mafs Wasserstoffgas auf 1 Mafs Sauer-
s bediene. Später wollte er indefs die Hitze eines Ge-
s aus 7 Mafs Wasserstoffgas zu 3 Mafs Sauerstoffgas oder
on jenem zu 4 von diesem stärker gefunden haben. Men-
s aus Sauerstoffgas mit Kohlenwasserstoffgas, sowohl
s als ölbildendem fand er selbst und Cumming sehr un-
s[1]. Pfaff dagegen setzt nach seinen Versuchen die
gen eines Gemenges aus 1 Th. Steinkohlengas und 2 Th.
offgas denen des gemeinen Knallgas mindestens gleich,
hauptet, dafs ein Gemenge aus 2,5 Th. Sauerstoffgas mit
lerzeugendem Gas jenes entschieden übertreffe [2]. Mit
n mir gebrauchten Apparate konnte dasjenige Mengungs-
nifs der Gase, welches die gröfste Hitze giebt, nicht füg-
stimmt werden, indefs habe ich Grund zu vermuthen,
jenige am kräftigsten wirkt, welches zur Bildung des
s gehört, weil eine gröfsere Quantität von Wasserstoff-
s Gebläse mehr dem blofsen Wasserstoffgasgebläse, und
erstoffgas mehr dem blofsen Sauerstoffgasgebläse nähert,
beide schwächer sind. Davon bin ich aber mit Zuver-
erzeugt, dafs die Hitze um so viel stärker ist, je reiner
se sind, welche man anwendet, und habe dieses auch
t durch die Erfahrung bestätigt gefunden.

G. LXII. 264. Aus Thoms. Ann. of Phil. IX. u. X.
Schweigg. Journ. XXII. 417.

Werden die beiden in ihren verschiedenen Constructionen ausführlich beschriebenen Apparate mit einander verglichen, so kann es keinen Augerblick zweifelhaft seyn, dafs dem *Hare'schen* der entschiedenste Vorzug gebührt, es sey denn, dafs es einen gleichen Hitzegrad als das *Newman'sche* zu geben nicht vermöchte, welcher Umstand dann freilich als seine übrigen Vortheile mehr als vollständig wieder aufheben und die Einführung des letzteren in die physikalischen Apparate nothwendig machen würde. Die Vorzüge von jenem sind zuerst die vollkommene Sicherheit beim Operiren, da es nothwendig ein peinliches Gefühl erregen mufs, in jedem Augenblicke einer furchtbaren Explosion der gesammten sowohl im Gefäfse als auch in der Pumpe und selbst in der Blase enthaltenen Gasmenge entgegenzusehen, gegen welche zwar der Schirm mögliche Sicherheit gewährt, deren Folgen sich aber nicht völlig genau voraussehen lassen. Ein zweiter Vorzug liegt in der ungleich gröfseren Gasmenge, welche bei diesem Gebläse in Anwendung gebracht werden kann. Die Newman'schen Gebläse sind nicht leicht mehr als 0,4 bis 0,5 C. F. Gas von der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft enthalten statt dafs das hydrostatische Cylindergebläse 3 bis 6 F. enthalten kann, und noch mehr als dieses, wenn man das allzu grofse Gewicht des Sperrwassers nicht scheuet, und auch läfst sich bei diesem die abnehmende Gasmenge noch leichter wieder ersetzen, als bei jenem durch die stets bewegte Compressionspumpe geschehen kann. Ein dritter, vorzüglich in Anschlag zu bringender, grofser Vorzug des Hare'schen Gebläses besteht darin, dafs man von dem ungleich leichter zu bereitenden Wasserstoffgase eine bei weitem gröfsere Menge verbrennen als das doppelte Volumen, und einestheils die geringere Hitze der bloßen Wasserstoffgasflamme anwenden kann, um die zu schmelzenden Körper erst allmälig zu erhitzen, damit sie nicht die grelle Hitze des Knallgasgebläses nicht sofort zerspringen, anderntheils aber die Quantität der einen oder der andern Gasart in den verschiedensten Verhältnissen vermehren kann, damit die Flamme auf die zu schmelzenden Körper mehr oxydirend oder desoxydirend einwirke. Viertens endlich hat das Hare'sche Gebläse einen Vorzug in dem minder starken Strome der Flamme, welcher daher die auf Kohlen oder Kreidestücken liegenden zu schmelzenden Körper ungleich weniger leicht fortbläst. Es ist nämlich eine höchst unangenehme Störung, wenn man

das Fortgeschleudertwerden der zu schmelzenden Kör-
en im Versuche unterbrochen wird, und diesen dann jeder-
uls Neue anfangen muſs. Gegen diesen letzteren Vorzug
sich zwar einwenden, daſs der heftige Strom des stark
mmirten Gases eben ein Hauptbedingniſs zur Erzeugung
so ausgezeichneten Hitze sey, welche daher nur durch das
an'sche Gebläse erhalten werden könne. Dieser Haupt-
der ganzen Untersuchung möge hier, so weit er zur Theo-
Gasgebläses gehört, vorläufig unerledigt bleiben, ob-
er unmittelbar mit der wichtigsten Frage zusammenfällt,
welches von beiden Gebläsen den höchsten Hitzegrad
en vermöge. Weil aber hierüber aus theoretischen Grün-
hwer zu entscheiden ist, so kann allein die Erfahrung be-
erden.

enn wir dasjenige aufsuchen, was bisher über die Wir-
beider Arten von Gebläsen bekannt geworden ist, so hat
wman'sche nicht bloſs ungleich mehr Zeugnisse für sich,
das Hare'sche ist sowohl diesem als sogar auch der Mar-
n Lampe von vielen bestimmt nachgesetzt. Ein Haupt-
ührer in dieser Sache ist Dr. Clarke, welcher von Anfang
es neue Gebläse so anhaltend und viel gebrauchte, daſs
selbe zuweilen nach seinem Namen zu benennen pflegt.
verschiedenen Körper hier aufzuzählen, welche er ver-
desselben geschmolzen, verflüchtigt oder reducirt hat,
überflüssig seyn, vielmehr genügt es im Allgemeinen zu
n, daſs es jetzt keinen Körper mehr giebt, welcher die-
hlase unverändert zu widerstehen vermöchte. Eine die-
en Reihen von Versuchen[1] an die Seite zu stellende mit
are'schen Gebläse, worauf eine genaue Vergleichung ge-
t werden könnte, finde ich nirgend. Eine kleine Zahl
rsuchen stellte G. G. Schmidt mit seinem oben erwähn-
lase an. Die Druckhöhe des Wassers war dabei 36 Z.,
nte der gläsernen Blasröhre 0,04 Z. bei einer Länge von
; die Länge der Knallgasflamme betrug etwa 1 Z. und
n 3 L. Entfernung von der Röhrenmündung die stärkste
Das Schmelzen und partielle Verbrennen von dünnem

---

[1] Man findet sie in Ann. of Phil. VII. bis X. im Journal of the
ist. Nr. IV ff. G. LV. 1 ff. LXII. 339. Schweigg. XXII.

Platindraht, das Schmelzen von schwefelsaurem Baryt und wahrscheinlich die Bildung von Baryum mit Eisen verbunden an dem salpetersauren Baryt, wie auch eine Verbindung von Silicium mit Eisen wurden ohne Schwierigkeit bewerkstelligt; dagegen konnte das Gold nicht zum Verdampfen und an der Luft zerfallener Kalk nicht zum Schmelzen gebracht werden, weswegen Schmidt selbst die Wirkungen dieses Gebläses dem des Newman'schen nachsetzt [1].

Clarke giebt ein Mittel an, durch welches sich eine Vergleichung beider Gebläse erhalten läfst; er verlangt nämlich zum guten Gelingen seiner angegebenen Versuche, dafs das Gebläse Platindraht von 0,1 Z. Durchmesser leicht zu schmelzen und unter Funkensprühen im Flufs zu erhalten vermöge. Draht von dieser Dicke stand mir nicht zu Gebote, allein ich habe sehr oft Enden und kleinere Kugeln in Vertiefungen von Kohlen oder Kreide zu gröfseren Kugeln von 1,5 Par. Lin. Durchmesser zusammengeschmolzen, diese dann später wieder in Fluf gebracht, und unter starkem Funkensprühen eine geraume Zeit fliefsend erhalten. Das Verbrennen des besten englischen Graphits aus Bleistiften (quadratischer Säulen von 0,6 Lin. Dicke) mit Erzeugung sehr kleiner dunkel grünlich brauner glasiger Kügelchen, das Schmelzen reiner Quarz- oder Bergkrystallen den hellsten Glasperlen von 1 Lin. Durchmesser, so wie das Zusammenschmelzen zweier Enden thönerner Pfeifenstiele von der gröfsten gewöhnlich vorkommenden Dicke erfolgt jederzeit leicht und bald. Nur wenigemale ist es mir indefs gelungen, isländischen Doppelspath oder weil dieser so leicht zersplittert und durch den Luftstrom weggeblasen wird, feine Spitzen sehr reiner Kreide zu einer porzellanartigen Masse zu schmelzen. Das weiteste, dabei von mir gebrauchte, konische messingene Blaserohr hatte nicht mehr als $\frac{1}{10}$ Par. Z. im Durchmesser, und da die Druckhöhe höchstens 12 Par. Z. Wasser betrug, so kann ich mit Sicherheit annehmen, dafs die durch Clarke in gleichen Zeiten verbrauchte Gasmenge leicht das Fünffache derjenigen betrug, welche von mir angewandt wurde. Wirklich war auch die Flamme selten einen Par. Z. lang, meistens dunkelblau und

1 G. LXVI. 84.

2 Schweigg. Journ. XXII. 419.

kaum sichtbar [1]. Diese Versuche sind zwar nicht genü-
zur Entscheidung der Frage, ob das Hare'sche Gebläse
Newman'schen in seinen Wirkungen völlig gleichkomme,
sie machen dieses wenigstens in einem sehr hohen Grade
scheinlich; denn in der That wüfste ich doch nicht, wel-
der durch Clarke angegebenen Resultate die so eben er-
ten übertröfe, insbesondere wenn man berücksichtigt, dafs
gröfserer Gasstrom auch eine stärkere Hitze erzeugen mufs.
aber das Newman'sche Gebläse auf keine Weise gleiche
heit gewährt als das Hare'sche, aus diesem Grunde aber
dem übereinstimmenden Urtheile fast aller Physiker [2] das
imentiren mit jenem unangenehm, wegen der fortdauern-
ewegung der Pumpe und der hohen Temperatur, welche
durch annimmt, beschwerlich und mit steigender Gefahr
den ist, endlich aber durch das Hare'sche Gebläse nach
seiten oben angegebenen Construction der Gasstrom aufser-
lich vergröfsert und die Hitze eben dadurch bedeutend ge-
t werden kann, so leidet es wohl keinen Zweifel, dafs
letztere als ein vorzüglicher und wichtiger Apparat in die
alischen und chemischen Cabinette aufgenommen zu wer-
erdient. Clarke, Cummine u. a. haben das Knallgasge-
vorzüglich auch den Mineralogen empfohlen, andere legen
er Werth auf dasselbe, weil es alle Körper in Fluss bringt,
chtigt, zersetzt u. s. w. und insofern also dem auf gewisse
en beschränkten Löthrohre nachsteht. Ohngeachtet ich
im Stande bin, hierüber zu entscheiden, so glaube ich
mehr der letzteren Meinung beitreten zu müssen.

Um den Schein zu vermeiden, als sey eine wichtige That-
unbeachtet geblieben, füge ich zum Schlusse noch die
chtung von Skidmore hinzu, wonach die Flamme des
sgebläses sogar unter Wasser brennen soll [3]. Genau ge-
en hat diese Behauptung so, wie sie hier aufgestellt ist,
Sinn. Das Brennen von Körpern unter Wasser, so lange
t diesem nicht in unmittelbarer Berührung sind, ist ein

---

[1] Vergl. G. LXVIII. 66.

[2] Gilbert in seinen Annalen LXII. 275. Schmidt a. a. O. und andere
sich bestimmt hierüber ausgesprochen.

[3] Silliman Amer. Journ. V. 347. Daraus in Schweigg. J. N. F.
8. u. in mehreren andern Zeitschriften.

weder unmögliches noch schwer zu begreifendes Phänomen, leidet jedoch keine Anwendung auf das Knallgasgebläse. Sollte die Flamme von diesem unter Wasser brennen, so müfste sie selbst durch Wasser dringend einen unter demselben befindlichen und von ihm umgebenen Körper in Glühhitze versetzen, mithin müfste der Theil des Wassers, durch welchen sie dringt, glühend, und der den Körper einschliefsende entweder von ihm durch einen gewissen Raum getrennt oder mit einem glühenden in Berührung seyn. Sowohl jenes erstere als auch dieses letztere ist unmöglich, und die ganze Sache kommt auf folgende, von mir mehrmals beobachtete Thatsache zurück. Wenn man irgend einen Körper, namentlich ein Stückchen Holz oder eine Kohle, in starken Strome des brennenden Knallgases zum Glühen gebracht hat, und dann bei fortdauernder Strömung des Gases unter Wasser taucht, so treibt die mechanische Gewalt des Gasstromes das andringende Wasser aus der Stelle und bildet sich gleichsam einen Canal; das an den Körper dringende Wasser aber wird durch das Glühen von jenem zum Theil in Dampf verwandelt, und dieser leztere stöfst das Wasser fortdauernd so zurück, dafs es mit ihm in keine unmittelbare Berührung kommen kann, wodurch ein fortdauerndes Glühen möglich wird. Das ganze Phänomen beweiset also blofs die unglaublich starke Hitze, welche durch dieses Gebläse erzeugt wird, jedoch ungleich weniger als andere Erscheinungen das Nämliche darthun.

Die Theorie der Wirksamkeit der Gebläse überhaupt, und wie des Knallgasgebläses insbesondere fällt mit der allgemeinen Untersuchung der durch das Verbrennen der brennbaren Substanzen erzeugten Hitze zusammen [1], und kann daher hier nicht vollständig untersucht werden; es mag daher genügen nur dasjenige historisch zu erwähnen, was in Beziehung auf das so grofses Aufsehen erregende Knallgasgebläse zur Erklärung seiner aufserordentlichen Wirkungen bisher beigebracht ist. Mir sind nur zwei Theorieen bekannt, welche man in dieser Beziehung bereits aufgestellt hat. Scherer nämlich findet die Ursache dieser ausgezeichneten Wirkungen in der grofsen Wärmecapacität des Sauerstoffgases, welche durch die noch weit gröfsere des Wasserstoffgases bedeutend vermehrt werde [2]. Wie unrichtig

1 S. *Verbrennen.*

2 All. Nord. Ann. III. 348.

Erklärung sey, läfst sich bald zeigen, indem nach ihr viel-
folgen müfste, dafs durch dieses Gebläse ein das Quecksil-
am Gefrieren bringender Grad der Kälte erzeugt werden
. Ist nämlich die spec. Wärme des Wassers = 1, des
rstoffgases = 3,2936 und des Sauerstoffgases = 0,2361,
en die zu 100 Th. Wasser erforderlichen 12 Theile Was-
gas $12 \times 3{,}2936 = 39°{,}5$ und die 88 Theile Sauerstoff-
$\times 0{,}2361 = 20°{,}7$ im ganzen also $39°{,}5 + 20°{,}7 = 60°$
s für 100 Theile des erzeugten Wassers, und da sie für
1°, also für 100 Th. 100° C. geben müfsten, so würde
ilte von — 40° C. entstehen, wenn der Versuch bei 0° C.
tellt würde [1].

leich bei der Bekanntwerdung des Knallgebläses in Deutsch-
heilte auch Gilbert eine Theorie seiner Wirksamkeit mit,
s von den meisten deutschen Physikern angenommen zu seyn
t[2]. Zwei Ursachen stellt er auf, aus denen die grofse Hitze
ebläses abgeleitet werden kann, nämlich zuerst die grofse
ecapacität des Wasserstoffgases und zweitens die Menge
ses, welche vermöge der Compression zugleich in Thätigkeit
t. In derjenigen Darstellung, welche Gilbert der Sache
, lassen sich beide Argumente rechtfertigen, ohne dafs sie
h den eigentlichen Grund der erzeugten grofsen Hitze nach-
n. Es wird nämlich zuvörderst erst ohne weiteren Beweis
ommen, dafs beim gewöhnlichen Verbrennen alle erzeugte
e aus dem verzehrten Sauerstoffgase ausgeschieden werde,
nicht das durch Verbrennung entstandene Product eine ge-
re Wärmecapacität habe, als die gesäuerte Substanz, in
hem (seltenen) Falle auch der Ueberschufs der dem verbrann-
örper früher eigenthümlichen specifischen Wärme über seine
herige zum Vorschein kommen müsse. Indem also zu dieser
me des verzehrten Sauerstoffgases noch die ungleich gröfsere
ugleich verzehrten Wasserstoffgases hinzukomme, so lasse sich
us leicht die bedeutend gröfsere Hitze des Knallgasgebläses als
Sauerstoffgasgebläses erklären. Bis soweit läfst sich allerdings
n diese Theorie nichts einwenden, insofern sie sich auf eine
e Vergleichung des ersteren mit dem letzteren dieser beiden
lase bezieht, und die Wirkungen von jenem als bereits er-

1 Vergl. Scholz Anfangsgründe der Physik u. s. w. Wien 1827.
10.

2 In seinen Annalen d. Phys. LV. 40.

klärt vorausgesetzt. Wenn es dann aber weiter heifst: „Soll die volle Wirksamkeit entstehen, so müssen die beiden aus dem Gasbehälter blasenden Gasarten sich im Brennen ganz zerstören, so dafs ein Körper, den man an die Spitze des entzündeten Gasstrom's hält, blofs von freier Wärme in höchster Intensität, und von eben so heifsem Wasserdampf ergriffen wird. Wer die Veränderungen, welche hier vorgehen, richtig beurtheilen will, darf nicht vergessen, dafs man glühenden Wasserdampf auf die Körper bläfst;“ so mufste eben dieser letztere Zusatz auf das Schwankende und sich selbst Widersprechende der ganzen Bestimmung führen, indem es die Frage veranlafste, wodurch denn der Wasserdampf die Glühhitze erhalte? Abgesehen aber davon, dafs nach der oben mitgetheilten Berechnung zur Bildung von Wasser eine gröfsere Menge Wärme erforderlich ist, als die beiden Gasarten enthalten, verhält sich nun die spec. Wärme des Wasserdampfes zu der des Wassers wie 0,8470 zu 1, ist also geringer, jedoch nicht um so viel, als die der beiden Gasarten mit der des Wassers verglichen; allein zur *Bildung* des Wasserdampfes ist eine sehr grofse Menge von Wärme erforderlich, nämlich 640°C., wenn diese seine Bildung aus Wasser von 0°C. geschieht [1], und woher wird diese genommen? Es ergiebt sich auf allen Fall, dafs man so leicht nicht zur Enträthselung dieser schwierigen Aufgabe gelangt. Gilbert entnimmt sein zweites Argument aus der bedeutend gröfsern Menge von Gas, welche wegen der durch stärkere Compression bewirkten schnelleren Ausströmung gleichzeitig in Conflict kommt, gleichfalls blofs in Vergleichung mit dem Sauerstoffgasgebläse. Wäre dieses Argument gültig, so würde folgen, dafs man (ganz abgesehen auf den zuerst angegebenen Grund) mit dem Sauerstoffgasgebläse gleiche Wirkungen erzeugen könne, als mit dem Knallgasgebläse, wenn man durch Erweiterung des Blaserohrs oder durch starke Compression bei ersterem eine gleiche Quantität Sauerstoffgas ausströmen machte, als die Menge des Knallgases beträgt, welche Newman's Gebläse durch stärkeren Druck liefert, eine der Erfahrung widerstreitende Folgerung, indem es wohl als ausgemacht anzunehmen ist, dafs bei gleicher Gasmenge das letztere hinsichtlich der Wirkungen stets den Vorzug

1 Vergl. *Dampf.* Th. II. S. 287. ff.

ipten wird. Dieses letztere Argument mufs also bei der
rung gänzlich weggelassen werden.

Leicht könnte eine Bemerkung von H. Davy, als eine Er-
ig der grofsen Schmelzkraft des Knallgasgebläses angesehen
n, die es aber nicht ist. Er sagt nämlich [1], die Hitze
lammen lasse sich dadurch vermindern, dafs man ihr Licht
rke, und umgekehrt. Als Beispiel zur Bestätigung dient
e so wenig leuchtende Flamme des Knallgasgebläses. Allein
ist dieses keine eigentliche Erklärung des rationellen Grun-
warum die Flamme des Knallgasgebläses so grofse Hitze er-
theils ist die Behauptung keineswegs in ganzer Strenge
. Die Flamme des reinen Weingeistes ist nämlich keines-
sehr helle, und giebt dennoch nur eine geringe Hitze,
man aber das aus gewöhnlichem Holze durch trockne De-
ion erhaltene Gas auch nur mit blofsem Wasser wiederholt
t, so giebt dieses eine dunkelblaue, am Tage kaum oder
cht sichtbare und überhaupt sehr wenig leuchtende, zugleich
wenig erhitzende Flamme, und doch müfste diese nach
angestellten Satze selbst die Knallgasflamme an Schmelz-
übertreffen.

Es ist schon oben bemerkt, dafs die Theorie der durch
rennung erzeugten Wärme im ganzen Umfange hier nicht
sucht werden kann, und die Erklärung eines einzelnen
omens ist ohne Nachweisung ihres Zusammenhanges mit
ganzen nicht eigentlich möglich. Inzwischen kann ich die
gende Erscheinung, auf welche später wieder Rücksicht
nmen werden mufs, nicht wohl auf demjenigen Standpuncte
, auf welchen sie durch die angegebenen beiden Erklä-
n und meine Kritik derselben gestellt ist, um so mehr,
iernach auf den ersten Blick eine physische Unmöglichkeit
nden zu seyn scheint, dafs durch das Gasgebläse überall
e erzeugt werde. Allein die Sache verhält sich anders,
der angeführten Berechnung ist nämlich diejenige Wärme
mmen, welche gleiche Massen Sauerstoffgas, Wasser-
gas, Wasserdampf und Wasser um gleiche Thermometer-
e zu erwärmen erfordert wird, und aus diesem Gesichts-
te betrachtet ist die specifische Wärme des Wassers aller-
s gröfser als die seiner gasförmigen Bestandtheile, so dafs

---

1 G. LVI. 148.

also eine gröfsere Wärme erfordert werden würde, um eine gleiche Menge Wasser um gleiche Temperaturgrade zu erhöhen, als die dasselbe bildenden Gasarten, oder die aus demselben erzeugten Dämpfe. Wollte man aber Wasser von einer gegebenen Temperatur in zwei gleiche Hälften theilen, die eine Hälfte derselben tropfbar flüssig lassen, die andere aber in Dampf verwandeln und dann beide um gleiche Grade der Temperatur erhöhen, so würde zwar von da an die in Dampf verwandelte Hälfte weniger Wärme erfordern, als die noch tropfbar flüssige, die erstere würde aber, wenn der Versuch bei 0°C. angestellt wäre, erst 640°C. bedurft haben, um in Dampf verwandelt zu werden [1]. Hiervon läfst sich der Analogie nach leicht ein Schluss auf die das Wasser bildenden Gasarten machen. Wenn gleich ihre specifische Wärmecapacität geringer ist als die des Wassers, so mufs doch wohl berücksichtigt werden, dafs sie keine Gase bleiben, sondern bei ihrer Verbindung sich zu Wasser verdichten, wobei allerdings alle diejenige Wärme frei werden könnte, welche ihnen den Zustand der Expansion giebt, und die obige gegebene Berechnung kann also blofs zur Widerlegung des oben aufgestellten Argumentes dienen, ist aber übrigens ganz unstatthaft. Wird dann ferner die grofse Wärme berücksichtigt, welche die Gasarten bei ihrer Verdichtung frei werden lassen, so erkennt man hierin allerdings einen Grund zur Erklärung der Wirkungen des Knallgasgebläses, bei welchem nicht, wie bei gewöhnlichen Verbrennen, ein tropfbar flüssiger oder fester brennlicher Körper blofs eine Gasart, das Sauerstoffgas, verdichtet, sondern worin zwei Gasarten gleichzeitig ihre Expansion verlieren, die erzeugte Hitze daher um so viel gröfser seyn mufs.

Bis soweit glaube ich die theoretischen Untersuchungen fortführen zu müssen, indem ich deren weitere Verfolgung zu den Artikeln *Verbrennen* und *Wärme* verspare, weil dort erst einige Bestimmungen aufzusuchen sind, welche ich hier ohne weiteren Beweis anticipiren müfste. Eine Untersuchung ist indefs noch übrig, welche zugleich zur Entscheidung der Frage über den Vorzug des Newman'schen Gebläses vor dem Hare'schen dient, von mir aber absichtlich bis hierher verschoben ist, um zugleich die wenigen aufgestellten theoretischen Grundsätze benutzen zu können, nämlich ob die Compression

1 Vergl. *Dampf.* a. a. O.

es Knallgases vor seiner Entzündung zur Verstärkung der durch asselbe erzeugten Hitze nothwendig oder mindestens nützlich t. Eine Bejahung dieser Frage könnte man in der mitgetheil- n Theorie von GILBERT finden; sie liegt aber auf gewisse Weise indirecte in der ziemlich allgemeinen Behauptung, dafs e Wirkungen des Newman'schen Gebläses die des Hare'schen eit übertreffen, denn wenn dieses wirklich der Fall wäre, so innte der Grund hiervon unmöglich in einer anderen Ursache egen, als in der Compression des Knallgases im Newman'schen pparate. Dafs man die Compression des Gases in dem letzte- n Gebläse nicht deswegen angewandt habe, um eine gröfsere itze zu erzeugen, versteht sich von selbst, vielmehr wurde sie thwendig, theils um in dem sehr kleinen Raume mehr Gas zu reinigen, theils und hauptsächlich aber um durch das starke usströmen des Gases das Rückgehen der Flamme zu erschweren.

Soll die Compression des Knallgases ein Mittel zur Ver- rkung der durch dasselbe erzeugten Hitze seyn, so ist dieses, viel ich einsehe, nur aus zwei Gründen möglich, nämlich erst weil eine innigere Mischung der beiden constituirenden standtheile desselben dadurch bewirkt wird, und zweitens il der Strom des comprimirten Gases eine mit gröfserer Ener- drückende Flamme erzeugt; denn dafs dadurch in gleicher Zeit e gröfsere Menge Gas ausströme, kann nicht als Grund geltend macht werden, weil sich dieser Unterschied sehr leicht durch weiterung der Röhren compensiren läfst. Wollte jemand den ten Grund geltend machen, so dürfte es schwer seyn, ihn ügend zu widerlegen; denn dafs die Theile gemengter Kör- einander durch mechanischen Druck näher gebracht werden, l sich somit inniger verbinden, ist wohl keinen Augenblick Abrede zu stellen. Um diesem Argument noch mehr Gewicht geben, könnte ferner in Anschlag gebracht werden, dafs die her vereinigten Gasarten zugleich eine längere Zeit mit einander Berührung bleiben, und sich daher inniger verbinden können, it dafs im Hare'schen Gebläse die Vereinigung erst unmittel- vor der Verbrennung geschieht. Zur Unterstützung dieser nicht liefse sich endlich noch die Erfahrung anführen, dafs die mme beim Hare'schen Gebläse so selten oder gar nicht in jenigen Raum zurückgeht, in welchem beide Gasarten ver- gt werden. Es ist mir nämlich nicht bekannt, irgendwo e Angabe über das Zurückschlagen der Flamme in diesem

Raume gefunden zu haben, da dieses doch nach der Analogie des Newman'schen Gebläses oft geschehen müfste. Es läfst sich hiergegen allerdings anführen, dafs ein solches Rückschlagen der Flamme kaum oder überall nicht bemerklich seyn kann: denn da die Strömung beider Gasarten ununterbrochen fortdauert, so wird der durch eine solche Explosion erloschene Gasstrom sofort durch einen neuen ersetzt werden, welcher sich bei der Berührung des glühend gebliebenen Körpers augenblicklich wieder entzündet und weiter brennt. Aus meiner eigenen Erfahrung mufs ich allerdings bekennen, dafs ich nie etwas einer Explosion gleichendes beim Gebrauche des Hare'schen Gebläses wahrgenommen habe, allein ich kann dieses auf keine Weise als einen Beweis für die aufgestellte Behauptung ansehen, denn es ist gewifs, dafs die brennende Flamme oft plötzlich erlischt, ohne dafs ich hierfür irgend einen Grund aufzufinden weifs, ausser eine solche, jedoch ihrer Geringfügigkeit wegen nicht bemerkte, Explosion. Auf der andern Seite mufs wohl überlegt werden, wie leicht die Gasarten sich mengen, noch dazu wenn sie, wie hier, stark bewegt in einander fliefsen, und sollte auch sonst wohl der Fall einer nicht vollständigen Vereinigung denkbar seyn, so läfst sich dieses doch nicht weiter als bis auf den Augenblick ausdehnen, wo beide mit einander verbrennen. Denn sie dann nothwendig vollständig mit einander verbunden sein müssen, indem selbst nach den Principien des Volta'schen Eudiometers eine unvollständige Verbindung beider und die darauf folgende, von der im Newman'schen Gebläse vorgehendes abweichende Verbrennung kaum vorstellbar ist. Ist aber die Verbindung der constituirenden Gasarten des Knallgases in beiden Gebläsen gleich, also die Verbrennung in beiden ganz dieselbe, so ist nicht begreiflich, worin die gröfsere Hitze der einen Flamme vor der anderen zu suchen sey, denn das zweite Argument ist, wie wir gleich sehen werden, ganz unzulässig.

Wir können von dieser Untersuchung sogleich eine Anwendung auf eine eben gleichfalls erörterte Frage machen, nämlich welches Verhältnifs der Gasarten zur Erzeugung der gröfsten Hitze das vortheilhafteste sey. Ich glaube diese, wie schon oben angedeutet wurde, ganz bestimmt dahin beantworten zu können, dafs dasjenige Verhältnifs das beste seyn müsse, wobei die beiden Gasarten am Vollständigsten zersetzt werden, also dem Volumen nach zwei Theile Wasserstoffgas auf ein Vol-

ien Sauerstoffgas. Wird nämlich durch die Vereinigung bei-
er zu Wasser überhaupt Wärme erzeugt, so mufs jeder Zusatz
nes unzersetzten Antheils von Gas die in einem gewissen Rau-
e erzeugte Hitze schwächen, weil sie zur Erzeugung derselben
cht beiträgt, wohl aber so viel entzieht, als sie zur eigenen
höhung der Temperatur erfordert. Man könnte allerdings
gen, dafs ein Ueberschufs von Wasserstoffgas auf Unkosten
s atmosphärischen Sauerstoffgases verbrenne, und dadurch die
itze vermehre, allein dieses Argument findet einen Gegengrund
ch darin, dafs dann allezeit das übrigbleibende Stickgas auf
kosten der erzeugten Hitze erwärmt werden müsse. Jedoch
n man auch hiergegen wieder sagen, dafs in dem Gasstrome
s eine gewisse Menge der umgebenden atmosphärischen Luft
chanisch fortgerissen werde, und es besser sey, einen Theil
i dieser durch überschüssiges Wasserstoffgas zur Vermehrung
Hitze zu benutzen, als das Ganze zu erhitzen. Diese Er-
ung, gegen welche allerdings nichts Bedeutendes einzuwen-
ist, würde ich nur dann gelten lassen, wenn es zuvor er-
sen ist, dafs ein solcher Ueberschufs von Wasserstoffgas über
genaue Mischungsverhältnifs des Knallgases die erhitzende
ft des letzteren vermehrt, indem ich übrigens nicht glaube,
beim Knallgasgebläse ein Theil der atmosphärischen Luft
ie Flamme eindringt, da sie so fein, und mit ihrer Basis
n das Blaseröhrchen gestützt ist. Ihre Feinheit in Verglei-
ng mit der Flamme des Wasserstoffgases läfst sich beiläufig
us leicht erklären, dafs die letztere das Sauerstoffgas zu ih-
Verbrennung aus der atmosphärischen Luft aufnehmen mufs,
rstere dagegen die Bedingung des Verbrennens in sich selbst
und aus zwei Bestandtheilen besteht, welchen das gröfste
reben nach Verbindung eigen ist.

Der zweite Grund, welcher für den Nutzen der Compres-
entscheiden könnte, nämlich dafs die Flamme dadurch eine
ellere Bewegung erhält, scheint mir ganz unzulässig. Zu-
erst könnte zwar das gemeine Löthrohr auf den Gedanken
en, dafs ein stärkerer Druck der Flamme (wenn man sich
r Bezeichnung bedienen darf) die Wirkungen derselben
tärke, allein dann müfste das Löthrohr so viel stärkere Hitze
n je stärker dasselbe angeblasen wird. Dieses streitet aber
n die Erfahrung, und es giebt vielmehr ein gewisses, bei
t sehr starkem Blasen erreichtes, Maximum, über welches

hinaus die Wirkungen desselben wieder abnehmen, indem diese überhaupt nicht sowohl auf der Stärke des Luftstromes, als vielmehr auf der Zuströmung des erforderlichen Sauerstoffgases, auf der gleichzeitigen Concentrirung der Flamme und ihrer anhaltenden Richtung auf einen bestimmten Punct beruhen. Wäre die stärkere Strömung des Gases oder der Flamme von Einfluſs, so würde ihre Wirkung unmittelbar vor der Mündung des Blaseröhrchens am stärksten seyn, allein bekanntlich giebt sie in einer Entfernung von zwei bis fünf Linien von dieser die gröſste Hitze und beim Versuche selbst merkt man deutlich, daſs das starke Strömen vielmehr nachtheilig als vortheilhaft ist.

Von der andern Seite läſst sich auſserdem aber leicht zeigen, daſs die Stärke der Compression im Newman'schen Gebläse auf die Stärke der Strömung entweder gar keinen oder einen nachtheiligen Einfluſs hat. Es ist nämlich allgemein bekannt, wie sehr die Geschwindigkeit der in Röhren strömenden Luft schon durch eine einzige Krümmung der Röhre, oder durch anderweitiges Hinderniſs vermindert wird. Bei dem Newman'schen Gebläse muſs das Gas aber zuerst durch Oel oder Wasser aufsteigen, dann durch zwei feine Drahtgewebe dringen, seine Richtung in einem rechten Winkel ändern und endlich noch durch ein Bündel der feinsten Haarröhrchen strömen, daſs seine Geschwindigkeit unmöglich noch bedeutend vermindert kann, vollends wenn man allem diesem nach eine Lage Asbestfäden hinzufügen wollte. Gesetzt aber das Gas wäre vor seinem Austritte aus dem Blaserohre noch bedeutend verdichtet, so würde es sich unmittelbar beim Austritte in die atmosphärische Luft seiner Dichtigkeit proportional expandiren, dadurch aber müſste auf Unkosten der erzeugten Hitze eine bedeutende Bindung von Wärme verursacht werden. Wenn man also alles dieses und das oben schon Gesagte zusammennimmt, so ist es aus theoretischen Gründen ganz evident, daſs dem Harcourt'schen Gebläse vor dem Newman'schen der Vorzug gebührt.

Gefrieren S. Wärme.

Gefühl.

Tactus; Tact; Toucher; *Feeling*; *Touch*.

Hierunter versteht man zuerst im Allgemeinen die dem ganzen menschlichen und thierischen Körper und seinen Theilen

gene Fähigkeit, zu empfinden, welche eine Folge der überall rbreiteten Nerven ist. In diesem Sinne ist das Gefühl gleichdeutend mit der *Empfindlichkeit* oder der *Sensibilität*, *(Sensilitas,* Sensatio, *Aesthesis)*, dem Vermögen der gesunden rven, ihren jedesmaligen Zustand oder ihre Gegenwirkung gen die auf sie einwirkenden Reize in dem Gehirn bemerkbar machen. Die hornartigen Theile des Körpers, als Oberhaut, gel, Haare, Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen, die sehnfaserigen und serösen Häute enthalten keine Nerven, und d daher unempfindlich; wenig empfindlich sind die Drüsen, ige Eingeweide, die Milz, mehr aber und in steigender Progression die Leber, Lungen, Nieren, Hoden; allein es treten rven in ihre Gefäfse, und dringen mit ihnen in die Masse ist ein, daher solche entzündete Theile, namentlich auch die chen, höchst empfindlich sind.

Werden die überall verbreiteten Nerven auf irgend eine ise gereizt, welches durch geistige Vorstellung, Mitleidenft oder Sympathie, Berührung, Druck, Stofs u. dgl. mehr, ptsächlich durch das el. Fluidum geschehen kann, so entt hieraus allezeit eine Empfindung, welche von dem leiseund angenehmsten Gefühle bis zum heftigsten Schmerze in verschiedensten Arten, z. B. das Gefühl der Hitze oder e, der Trockenheit, Übelkeit, des Juckens, Kitzels, Hun- u. s. w. gesteigert wird. Hierbei herrscht allezeit viel Subres, insofern die Nerven bei verschiedenen Individuen verden reizbar sind; zum Theil ist auch die Gewohnheit von uls, insbesondere aber die Vorstellung, wie man namentbeim Gefühl des Kitzels sieht, indem niemand sich selbst tzeln vermag, wie empfindlich er auch sonst dagegen ist. Reizbarkeit des Gefühls steht die Abgestumpftheit desselben or) und Gefühllosigkeit *(anaesthesia)* entgegen, wie bei ungen, dem kalten Brande u. s. w. Temporäre und örtli- Unterbrechungen des Gefühls geben das sogenannte Einschlad das viel seltenere Absterben einzelner Glieder, z. B. der r, welche dann weifs, kalt und steif werden, so lange t Zustand dauert. Gänzlicher Mangel des Gefühls, oder geringer Grad desselben, wie man wohl bei den Wilden ommen hat, welche unter den schrecklichsten Martern sich ch stellen, ist im gesunden Zustande nicht stattfindend, rn es ist dieses mehr eine Unterdrückung des Schmerzes

durch den Willen, wie sich aus dem Betragen der Fakirs und der Märtyrer aller Zeiten bei selbstgewählten oder auch von andern zugefügten Martern ergiebt. Hierfür entscheidet auch die Erfahrung, dafs leidenschaftlich gereizte Menschen, z. B. im Kriege, im Zorn oder bei eifrigster Aufmerksamkeit auf interessante Gegenstände den Schmerz anfangs nicht fühlen. Ein geringerer Grad des Schmerzes, ein sogenannter tauber oder stumpfer Schmerz findet auch dann statt, wenn die Nerven samt den sie umhüllenden Theilen des Körpers zerdrückt und zerstört werden, weswegen Schufswunden, das Abschlagen der Glieder mit einem stumpfen Instrumente und das Rädern in ersten Augenblicke schmerzlos oder unbedeutend schmerzhaft sind[1].

Die Nerven, welche das Gefühl vermitteln, sind überdurch den Körper verbreitet und verlaufen sich vorzüglich an der Oberfläche hin, also in die Haut in unzähligen höchst feinen Verzweigungen. Sie sind weder mit einer die Empfindung leitenden Flüssigkeit umgeben, noch als Röhrchen damit angefüllt, nicht straff gespannt, um vibriren zu können, noch kann man ihrer Substanz eine eigenthümliche Elasticität, als den Körpern, welche den Stofs fortschlagen, beilegen, und die eigentliche Art der Fortleitung der Empfindung durch dieselben bleibt bisher räthselhaft. Die früher geglaubte geringe Elasticität der Flüssigkeiten ist zwar gegenwärtig widerlegt, und so könnte die Nervensubstanz allerdings gleichfalls elastisch seyn, allein es ist gar kein Grund vorhanden, ihr diese Eigenschaft in einem höheren Grade beizulegen, als den übrigen animalischen Stoffen, und hierauf die eigenthümliche Wirksamkeit der Nerven zu gründen.

Verschiedene Physiologen waren geneigt, das elektrische Fluidum, oder ein diesem ähnliches, in der Nervensubstanz anzunehmen, durch welches die Empfindungen mit einer der bekannten Bewegungen der Elektricität ähnlichen Schnelligkeit zum Sensorium gebracht würden. Die letztere Annahme eines eigenthümlichen Fortleitungsmittels läfst, genau genommen, die Sache unerklärt, erweitert aber und erschwert die künftige Untersuchung durch Einführung einer unbegründeten, jeder

---

1 Eine ganz entgegengesetzte, der allgemeinen Erfahrung widerstreitende Ansicht, findet sich weitläuftig auseinander gesetzt von Lichtenberg in vermischte Schriften. Gött. 1803. V. 496.

ls Neue zu berücksichtigenden und zu prüfenden Hypothese;
erstere hat dieses nämliche zum Theil, und noch das wider
h, dafs die Fortpflanzung des Nervenreizes dann blofs durch
latoren unterbrochen werden müfste, was gegen die Erfah-
g streitet.

Alexander von Humboldt [1] nahm daher einen, die Ner-
umgebenden, bis 1,25 Lin. von ihrer Masse sich erstrek-
den Nervenäther an, welcher die Empfindungen fortleiten
und Reil [2] glaubte, dafs die Empfindungskraft der Nerven
durch den umgebenden Theilen mitgetheilt werde. Zu bei-
Hypothesen ist gar kein Grund, vielmehr steht mit ihnen
Widerspruche, dafs verschiedene Theile der Haut für leichte
ihrungen, z. B. mit einer feinen Nadelspitze, wirklich un-
findlich sind, übrigens aber ohne unmittelbares Eindringen
len Körper kein Gefühl hervorgebracht wird und die Em-
lichkeit irgend eines Theiles sogleich aufhört, wenn der
hörige Nerv umbunden, oder durch den feinsten Schnitt
nnt ist. Zur Unterstützung jener Hypothese kann nicht
führt werden, dafs Blinde oder auch Sehende in völliger Dun-
it anwesende Wände oder sonstige Gegenstände vermittelst
Gefühls vermeiden, denn hierbei ensteht ohne eigentliche
rung eine Empfindung durch den Gegendruck der Wände
die bewegte Luft und durch die modificirte Wärme-
ung [3].

Durch den erzeugten Reiz der Nerven den Ort zu bestim-
wo die Empfindung hervorgebracht wird, vermögen wir
durch Übung und nicht durch unmittelbare Wahrnehmung.
daher pflegen Amputirte in der ersten Zeit die Gefühle,
e in den gebliebenen Nervenenden hervorgebracht werden,
auf das verlorne Glied zu beziehen. Die Täuschung, als
wir an der Stelle der Reizung selbst die Empfindung wahr-
m, rührt hauptsächlich von der unglaublichen Schnelligkeit
womit der Eindruck zum Gehirn fortgepflanzt und die zu-
ge Bewegung durch Rückwirkung der Nerven auf die Mus-

Ueber die greizte Muskel- und Nervenfaser I. 168 ff.
Exercit. anal. p. 28. Physiol. Arch. III. 200.
Vergl. L. v. Baczko. Ueber mich selbst und meine Leidensge-
, die Blinden. Leipz. 1807. 8. S. 77. Zeune's Belisar. Berl.
3. S. 17 u. 122.

keln hervorgebracht wird, ohne daſs wir uns jederzeit eines eigentlichen Entschlusses, einer Willensthätigkeit, bewuſst sind.

Wird der Ausdruck: Gefühl in der hier angegebenen Bedeutung genommen, so bezeichnet er zugleich diejenige Thätigkeit, welche allen Sinnen auf eine, jedoch eigenthümlich modificirte Weise zukommt.

In engerer Bedeutung versteht man unter *Gefühl*, oder dem *Sinne des Gefühls*, das Tasten, den Tastsinn, *Tactus*; le toucher, *the touch*. Der hauptsächlichste, wo nicht eigentliche Sitz dieses Sinnes, als solches, sind die Spitzen der Finger, welche nach vorn und innen mit einer nervenreichen Substanz versehen sind, indem die Haut regelmäſsig gereihete Wärzchen enthält, mit einer dünnen Oberhaut überzogen, ohne daß jedoch die Natur für diesen Sinn eigenthümliche und abgesonderte, für sich bestehende Nerven bestimmt hat, wie für die übrigen Sinne. Durch den eigenthümlichen Bau der Finger, den Schutz der Nägel und den Gegenhalt, welchen diese den Papillen der Fingerspitzen beim Tasten gewähren, durch die Form der Hand und die gegenseitige Lage beider Hände gegeneinander, so wie endlich durch die Beweglichkeit beider Arme wird der Gebrauch dieses Sinnes sehr unterstützt [1], und deswegen durch die Zehen, auch wenn diese möglichst gesund sind, ihrer zahlreichen Nervenspitzen ungeachtet, nie ersetzt werden.

Der eigentliche Tastsinn gehört dem Menschen ausschließlich zu, so viel auch bei manchen Thieren durch Fühlhörner, Baarthaare u. dgl. für die Unterstützung des Gefühls gesorgt. Durch diesen Sinn erhalten wir Vorstellungen von den Körpern auſser uns, von ihrem Volumen, ihrer Gestalt, der Ruhe und Bewegung, der Härte oder Weichheit, der Festigkeit oder Flüssigkeit, der Wärme, Kälte, Trockenheit u. s. w. Wird die zur Bedeckung dienende Haut durch öfteren Druck bei grober Arbeit rauh und hornartig, so verlieren die Fingerspitzen ihre Feinheit des Gefühls, werden dagegen empfindlicher durch Verfeinerung dieser Haut und durch Uebung. Indem Blinde des Tastsinns

---

1 Le Cat Traité des sens Par. 1767. 8. p. 203. Vinc. Phal Dis. de tactu. Vienn. 1778. 8. J. Fr. Schröter: das menschliche Gefühl oder Organ des Getastes. Leipz. 1814. fol.

rzüglich bedürfen, so erlangen diese in einzelnen Fällen eine gewöhnliche Fertigkeit, Form und Rauhheit verschiedener irper, sehr selten auch ihre Farben zu unterscheiden. Beiele von Blinden, welche mit den Händen allerlei zusamngesetzte Arbeiten verrichten, sind nicht eben selten. So te in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Haln an der Weser LAKEMANN, Sohn eines Bäckers, dessen es Auge in den Pocken ausschwor, das andere mit einer dicken ut überzogen wurde. Er spielte auf jeder Orgel, nach kurzer ientirung, zum Choral, reparirte kleine Fehler dieser Instruite, und verfertigte zuletzt selbst eine kleine mit wenigen gistern, welche durch Loose ausgespielt, dem Besitzer zu gemeiner Freude wieder zufiel, und dann von ihm in eine ine Kirche der Umgegend verkauft wurde. Ein ähnliches spiel liefert SAUNDERSON, welcher im zweiten Lebensjahre id wurde, sich aber dennoch eigene Zeichen für den Tast- zusammensetzte, und hiermit rechnete, worin er es zu r solchen Fertigkeit brachte, dafs er Professor der Mathema- zu Cambridge wurde, und eine Algebra schrieb [1].

Seltener oder gar nicht vorhanden sind dagegen Beispiele solchen, welche auch die Farben der verschiedenen Körper nterscheiden vermochten. Das älteste bekannte Beispiel dieirt ist der Organist VERMAASSEN, welcher nach R. BOYLE [2] Fähigkeit gehabt haben soll; auch erzählt BACZKO [3] von selbst, dafs er die Oberflächen von einigen gleichgeschnit- Tuchproben von gleicher Güte und verschiedener Farbe rscheiden konnte. Schwarz war ihm am sprödesten, dann elblau, zuletzt dunkelbraun und dunkelgrün, welche er mehr unterscheiden konnte, so wenig als überhaupt seidene baumwollene Zeuge. Auch ZEUNE [4] stellte mit 13 blinden ingen Versuche an, indem diesen abwechselnd verschiedenge Stücke Tuch zu unterscheiden hingegeben wurden. Un30 Versuchen trafen 386 zu, 244 aber nicht. Wenn daher ADLI [5] von einem Blinden erzählt, dafs er die verschie-

---

1 Clemm's mathem. Lehrbuch 3te Aufl. Stuttg. 1777. I. 144. §. 367.
2 Phil. Works II. 11. PECHLIN observat. physico-med. p. 408.
3 a. a. O. S. 145.
4 a. a. O. S. 20.
5 Fract. phys. math. de lum. et col. lib. I. prop. 43.

denen Farben eines bunten, jedoch allenthalben gleichmäfsig gewebten seidenen Zeuges durch das Gefühl habe unterscheiden können, so grenzt dieses schon an das Unglaubliche, völlig abentheuerlich aber ist die Erzählung Sloane's in der Encyclopaedia britannica von einer blinden Dame, welche nicht blos alle Farben unterscheiden, sondern auch die feinsten Arbeiten mit der Nadel verfertigen konnte [1]. Endlich ist die Nachricht vom Herzog Ludwig Engelbert von Aremberg, welcher die feinsten Farbenunterschiede bei Tüchern durch den Tastsinn erkannt haben soll [2], zu wenig historisch begründet, als dafs sich ein Schlufs hierauf bauen liefse.

Das Unterscheiden der Farben bis zu einer gewissen Grenze kann unmöglich schwer seyn, weil die Farbestoffe (Pigmente) in den Zeugen, nicht aber die eigentlichen Farben unterschieden werden. So erklärt sich die Sprödigkeit der schwarzen Tücher sehr natürlich aus dem zum Färben derselben genommenen Eisen. Hätte das in den Nerven hypothetisch angenommene Fluidum im Wesen Aehnlichkeit mit dem elektrischen, so könnte man mit schwacher Wahrscheinlichkeit die Unterscheidung der Farben auf den Unterschied der positiven und negativen Elektricität zurückführen, allein diese Hypothese ist keineswegs durch genügende Gründe unterstützt [3]. *M.*

Gegenfüfsler.

Antipoden; *Antipodes*, *Antichthones*; Antipodes; *Antipodes.*

Da die Erde frei im Raume schwebt, und die Bewohner der einen Seite offenbar ihre Füfse gerade der Richtung entgegenwenden, die an der andern Seite statt findet, so sind die an den entgegengesetzten Enden desselben Durchmessers Wohnen-

---

1 Vergl. *Gesicht.*

2 Allg. Anz. d. Deutsch. 1823. Jan. S. 24.

3 Grundrifs der Physiologie von K. A. Rudolphi. 2 Vol. Berl. 1821. 23. II. 1 — 86. Biologie oder Philosophie der lebenden Natur, für Naturforscher und Aerzte von G. R. Treviranus VI. 202. Göttingen. Dieser dehnt den Begriff des Tastsinnes weiter aus, setzt ihn daher auch in die Lippen der Menschen, die Schnauze einiger Thiere, die Zunge, die Fühlhörner der Insecten u. s. w.

genfüfsler. Das Zenith derer, die am einen Ende wohnen, mmt mit dem Nadir derer, welche am andern Ende desselben rchmessers wohnen, überein.

Da die Richtung der Schwere überall gegen die Erde zu it, so befinden sich die Bewohner der einen und der andern gend in ganz gleichen Beziehungen gegen die Wirkungen der were, und es ist hier wohl nicht nöthig, bei dem Einwurfe verweilen, dafs ja dann die einen den Kopf unten hätten, en der Kopf der andern oben ist. Die Richtung von oben h unten ist nämlich in jedem Puncte der Erd-Oberfläche die en die Erde zu gehende Richtung.

Für einen Ort, dessen Breite nördlich ist, wohnen die Anden in eben so grofser südlicher Breite, und in einer um m 180 Gr. verschiedener Länge. Jener Ort hat daher Frühs-Anfang, wenn dieser Herbstes-Anfang hat; jener Ort Mitternacht, wenn dieser Mittag hat.

Die Neu-Seeländer sind die Antipoden der westlichsten nden von Europa, und der dem mittlern Deutschlande gegegenüberliegenden Punct der Erde ist auf dem Meere zwin Neu-Seeland und Süd-America.

Schon die Alten machten die richtige Bemerkung, dafs es, rn die Erde frei im Raume schwebe, Gegenfüfsler, *qui adis, vestigiis stent contra nostra vestigia*, geben könne [1]. gen haben einige Kirchenväter und andere Theologen sich eifernd gegen diese Lehre erklärt [2], was aber für uns von gem Interesse ist, da wir das Glück geniefsen, das was ist, glauben und sagen zu dürfen. *B.*

Gegenschattige.

iscii; Antiściens ou Antésciens; *Antiscians.*

o heifsen die Bewohner derjenigen Gegenden, deren Schatten ittage auf entgegengesetzte Seiten fallen. Diejenigen, welche ich vom Aequator wohnen, sehen am Tage der Nachtgleiche tlich ihre Schatten nach Norden zu fallen, während die

---

Cic. Quest. acad. IV. 39. Plinius hist. nat. II. 65; Plutarchus de Lunae.

Lactant. Instit. Divin. III. 24; Augustinus de civit. Dei, XVI. 9. nsi Annal. Bojor. L. III.

Bewohner der südlichen Halbkugel alle alsdann, jeder zur Zeit seines Mittags, den Schatten gegen Süden werfen. Zu andern Zeiten des Jahres findet dieser Gegensatz statt zwischen den Gegenden, welche nördlich und welche südlich von dem Parallelkreise liegen, wo die Sonne gerade durch das Zenith geht. Für die Bewohner der gemäfsigten Zonen gilt es allgemein, dafs die Bewohner der nördlichen den Schatten Mittags nördlich, die Bewohner der südlichen den Schatten Mittags südlich sehen, und dafs sie also in Beziehung auf einander gegenschattige sind. *B.*

Gegenschein S. Aspecten.

Gegenwirkung.

Reactio, Réaction; *Reaction*; ist nach dem übereinstimmenden Sprachgebrauche aller Sprachen dasjenige, was der Wirkung entgegengesetzt ist, oder eine, einer gegebenen Wirkung entgegenstrebende Wirkung. Dieser Begriff ist so einfach, dafs er keiner Definition bedarf oder diese kaum möglich ist, ohne dafs man gezwungen wird, sich des zu definirenden Ausdruckes in der Definition wieder zu bedienen, wenn dieses gleich nicht schulgerecht seyn mag. Es würde somit die klare Bedeutung des Ausdruckes: *Gegenwirkung*, eben so wenig als die des ähnlichen: *Gegengewicht*, eine nähere Betrachtung in physikalischen Werken bedürfen, weil beide allgemein genügend bekannt sind, wenn nicht das Verhältnifs der Wirkung zur Gegenwirkung im Allgemeinen vielfach von den Physikern untersucht wäre. Schon die Scholastiker stellen nämlich den Satz auf[1], Wirkung sey nie ohne Gegenwirkung, die späteren Untersuchungen beziehen sich aber sämtlich auf ein durch Newton hierüber aufgestelltes, nicht allezeit richtig verstandenes, ebendaher auch verschieden ausgelegtes und mannigfaltig sowohl vertheidigtes als auch bestrittenes Axiom.

So wie Newton sein bekanntes Axiom: *Reactio aequalis actioni*, die Gegenwirkung ist der Wirkung gleich, aufstellte, welches auch umgekehrt und überhaupt allgemein rücksichtlich der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung gültig ist, kann nicht wohl ein Mifsverständnifs oder ein Streit darüber statt-

1 Gehler im alt. Wört. II. 442.

1. Es ist nämlich dieses Axiom in der Reihenfolge der Bewegungsgesetze bei Newton das dritte [1] und letzte. Das erste, das bekannte der Trägheit, das zweite setzt die Veränderung erhaupt Gröſse) der Bewegung der bewegenden Kraft proporal, und das dritte ist das angegebene [2]. Hiernach wird im gemeinen bloſs von den abstracten Bewegungsgesetzen gehant, unabgesehen von der Beschaffenheit der bewegten Körper, bewegenden Kräfte und der Richtung der Bewegung. Es steht sich dann von selbst und kann ohne Beweis als Axiom gestellt werden, daſs keine Action, d. h. keine Thätigkeit tfinden kann ohne einen Gegenstand, auf welchen dieselbe ichtet ist, keine Wirkung ohne Object, auf welches dieselbe bezieht, keine Kraft ohne eine zu bewegende Last, also keine Wirkung ohne Gegenwirkung; wobei sich von selbst steht, daſs nur von Körperkräften, nicht aber von geistigen Rede ist, insofern leztere überall nicht in die Mechanik gen, desgleichen daſs eine für den Augenblick nicht wirksame ft, welche wohl als existirend gedacht werden kann, zur aber als ruhend angenommen wird (z. B. die des nicht entdeten Schieſspulvers), nicht als Kraft gilt. Newton sagt ferner ganz richtig, daſs zwei Körper, welche aufeinanderwirken, sey dieses durch Stoſs, Druck, Anziehung, Abung u. s. w. gegenseitig eine Action auf einander ausüben, he vermöge der hierbei nothwendig stattfindenden Relativität eben so gut eine Wirkung (*actio*) als eine Gegenwirkung *ctio*) auf einanderausüben, und daſs (wie bei entgegengesetzten sen) zuvor bestimmt werden müsse, welcher von beiden eine kung ausübe, um zu wissen, daſs alsdann dem andern die Gewirkung zukomme. Endlich aber müssen beide einander entgesetzt seyn, weil sie sonst gemeinschaftlich seyn und einen dritKörper voraussetzen würden, gegen welchen sie sich äuſsern ten, wenn sie anders als wirksam gedacht werden sollten. So aufgefaſst kann gegen das Axiom als rein naturphiloso-

---

[1] Phil. Nat. Princ. math. Leges motus, Lex III. T. I. p. 15. ed. nek. In dieser Reihenfolge findet es sich auch bei Mac-Laurin. Neuton. p. 149.

[2] Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive rum duorum actionem in se mutuo semper esse aequales, et in s contrarias dirigi.

phisch nichts eingewandt werden, insofern aus dem Begriff einer Wirkung von selbst folgt, dafs sie ein Object haben müsse, worauf sie sich beziehe, und dafs der Effect derselben nicht schon existiren kann, sondern erst durch sie erzeugt werden mufs, mithin auch Gegenwirkung zu nennen ist, insofern die Kraft zur Erzeugung derselben etwas überwinden oder überhaupt sich äufsern mufs. Newton führt dieses Gesetz nochmals an [1], und wird deswegen von Kaestner [2] und Gehler [3] getadelt, weil er die gegenseitige Anziehung der Himmelskörper aus jenem Axiom folgere. Wäre dieses wirklich der Fall, dann müfste man in diesen Tadel mit eingehen, indem jene beide Gelehrte vollkommen Recht in der Behauptung haben, dafs eine solche Folgerung durchaus unstatthaft sey, weil sonst allgemein genommen die *actio* in einem gegebenen Körper eine gleiche *actio* in einem zweiten gegebenen Körper voraussetzen würde, da vielmehr durch die gegebene *actio* des ersteren gegen den letzteren die *reactio* in diesem erst entsteht. Bei einer bewegten stofsenden Kugel z. B. ist zwar wohl die Fähigkeit zu einer *actio*, aber diese letztere nicht wirklich stattfindend, wie lange die Bewegung auch dauert, bis die zweite Kugel getroffen wird, und hiermit die *actio* und *reactio* zugleich eintritt. Newton hat sich indefs oft genug darüber geäufsert, dafs er das eigentliche Wesen und die Ursache der Anziehung weder angeben noch erklären wolle, sondern als durch Erfahrung gegeben betrachte, so dafs er in diesem Stücke unmöglich mit sich in Widerspruch kommen kann, dagegen aber folgt aus seinem Axiom nothwendig, dafs wenn die Erde vermöge ihrer Anziehung eine Action gegen den Mond ausübe, dieser wiederum eine dieser gleiche *reactio* ausüben müsse, und so umgekehrt in Beziehung auf den Mond gegen die Erde [4].

---

1 Princ. L. III. prop. 5. cor. 1. T. III. P. I. p. 32. ed. Le Seur Jacquier.

2 Höhere Mechanik Absch. 3. §. 125.

3 Wörterb. II. 444. Gehler folgt in seiner Darstellung Kaestner und dieser seinem Lehren Hausen, welcher sehr ausführlich, aber nicht durchaus klar dieses Problem behandelt hat. S. Hausen Progr. de Reactione. Lips. 1740. u. 1741.

4 So wie Newton den Satz stellt, kann man nicht wohl umhin in den Tadel Kaestner's einzustimmen. Es heifst nämlich: Et [illegible] attractio omnis per motus legem tertiam mutua sit, jupiter in suos

Der aufgestellte mechanische Grundsatz, dafs Wirkung und
nwirkung einander gleich und entgegengesetzt sind, ist ganz
nein, die Wirkung bestehe in einer Anziehung oder Ab-
ng, einem Drucke, Stofse oder was es sey, die Wirkung
einen ruhenden oder bewegten, und in lezterem Falle
in positiver oder negativer Richtung bewegten Körper.
ben auch Musschenbroek [1], s'Gravesande [2] und andere
Satz angesehen. Lezterer erläutert ihn durch viele Beispiele,
andern auch durch die wechselseitige Anziehung zwischen
Magnete und dem angezogenen Eisen, welches Karst-
unrichtig findet. Allein s'Gravesande behauptet nicht,
die Anziehung des Magnetes als ihm wesentlich zugehörend
iesem Gesetze folge, sondern nur, dafs auch der Magnet
as Eisen eine Wirkung ausübe, die sich in dem Mafse der
le äufsere, welche durch die Gegenwirkung (das Gewicht)
Eisens gegeben ist. Vielmehr ist dieses Beispiel in sofern
uctiv, als man sagen kann, es sey in blofser Beziehung auf
Effect gleichgültig, ob die Wirkung (*actio*) dem Magnete
dem Eisen beigelegt werde. Ruhet z. B. ein Magnet auf
m Tische, und nähert man ihm einen eisernen Anker, so
dieser das Bestreben zeigen, den Magnet aufzuheben, folg-
unleugbar eine *actio* gegen ihn ausüben. Das Gewicht des
netes dagegen ist die *reactio*, und dieses wird um so viel
indert, als die Anziehung durch das Eisen beträgt, so dafs
hieraus sehr augenfällig der Satz der Gleicheit von Wirkung
Gegenwirkung hervorgeht. Gewöhnlich bedient man sich
t seit Karsten des Beispiels von der Kraftanwendung
s Pferdes. Beträgt die Kraft des letzteren 1000 ℔., und
Widerstand der Last gleichfalls 1000 ℔., so wird auf gleiche
se Ruhe erfolgen, als wenn man zwei Pferde von gleichen
ften in entgegengesetzter Richtung antriebe; betrüge aber
zu überwindende Last nur 800 ℔., so würde das Pferd auch

---

omnes .... terraque in lunam ... gravitabit. Aus dem Gesetze
dieser Anwendung würde aber folgen, dafs z. B. die Anziehung der
e gegen den Mond der Anziehung des Mondes gegen die Erde gleich
re, was doch Newton unmöglich behaupten konnte. Mir scheint es
her, als habe er in dieser Stelle aus dem Gedächtnisse das Gesetz
geführt, und etwas anderes darin gesucht, als was wirklich darin liegt.

1 Introd. §. 270.

2 Physices Elementa math. I. 95. §. 861. ff.

keine gröfsere Kraftanstrengung anwenden können, als dieser Widerstand erfordert, und die Richtigkeit des Gesetzes bewährt sich hierbei abermals. Sehr häufig entsteht die Gegenwirkung aus der Trägheit der Körper, z. B. beim Stofse gegen ruhende Massen. Obgleich dieses an sich ganz gleichgültig ist, indem das aufgestellte allgemeine Gesetz den Zustand der Ruhe, der Bewegung und selbst der Richtung der letzteren nicht als wesentlich bedingend berücksichtigt, so hat es doch einige Gelehrte, namentlich Hamberger [1] zu unrichtigen Ansichten verleitet, indem sie nachweisen wollten, dafs die Gegenwirkung nur durch eine Kraft, etwas wirklich entgegenziehendes oder stofsendes, erzeugt werden könne, und die Allgemeinheit des Gesetzes durch einige aus der Trägheit der Körper folgende Erscheinungen zu widerlegen suchten. Allein sie überlegten dabei nicht, dafs z. B. eine bewegte Kugel den Stofs gegen eine ruhende gleichfalls nicht durch eine eigenthümliche, ihr inwohnende Kraft, sondern nur deswegen ausübt, weil sie in ihrer einmal erhaltenen Bewegung beharret, so dafs also ihre Wirkung *(actio)* selbst eine Folge der Trägheit ist, eben wie der Widerstand oder die Gegenwirkung *(reactio)* der gestofsenen Kugel [2].

Sehr abweichend von dieser eben erwähnten Mifsdeutung eines an sich sehr einfachen mechanischen Gesetzes ist diejenige, deren sich F. A. C. Gren zu Schulden kommen läfst. Dieser übrigens scharfsinnige Gelehrte lebte in einer Zeit, als man die Wissenschaft ausnehmend zu fördern wähnte, wenn man alle Erscheinungen auf Kräfte zurückzuführen sich bemühete, welche die meisten jedoch vergafsen, dafs die *qualitates occultae* der Scholastiker gleichfalls nichts anders als solche Kräfte sind. So wie aber Torricelli diese Ansicht verdrängte, und das Gesetz vom Gewichte und Drucke der Luft mit grofsem Nutzen in die Wissenschaft einführte, ohne sich darum zu bekümmern, woher die Luft Gewicht und Druck habe, eben so stellte auch Newton in seiner allgemeinen Bewegungslehre das Axiom auf, dafs Wirkung und Gegenwirkung einander gleich und entgegengesetzt seyen, ohne zugleich die Frage zu erörtern, was Wirkung an sich sey, und wodurch die erstere herbeigeführt

1 Elementa phys. mathem. Jena 1735. 8. §. 36.

2 Vergl. Young Lect. I. 55.

erde. Grer [1] dagegen wollte jede Erscheinung auf Kräfte zu-
ckführen, und machte aus jenem Axiome ein anderes, näm-
h dafs Wirkung und Gegenwirkung vielmehr Kraft und Gegen-
ft, beide aber einander gleich seyen; ein Satz, welcher bei
n jetzigen Standpuncte der Wissenschaft und in Gemäfsheit
oben gegebenen Erklärung des Newton'schen Gesetzes keiner
iteren Erörterung bedarf. J. F. Fries [2], welcher das oben
rähnte Mifsverständnifs des hier untersuchten Gesetzes bei
esther und Gehler sehr gründlich aufhellet und widerlegt,
l Wirkung und Gegenwirkung dynamisch nennen, wenn sie
ch Grundkräfte erzeugt werden, mechanisch dagegen, wenn
erst durch andere vermittelnde Körper bewirkt werden. Mir
int dieser Unterschied aber weder nöthig noch überhaupt in
Sache gegründet, da das Axiom allgemein in der Bewegungs-
e gültig ist, ohne Rücksicht auf die Kraft, welche eine Be-
ung hervorbringt, als welche dabei vielmehr gar nicht in
achtung kommt. Wäre jener Unterschied anzunehmen, so
te die Wirkung und Gegenwirkung zwischen einer durch
Schwere, als eine Grundkraft bewegten, und einer anderen
h sie gestofsene Kugel eine dynamische seyn, würde erstere
gen durch eine ballistische Maschine in gleiche Geschwin-
it versetzt, so wäre Wirkung und Gegenwirkung beim
e eine mechanische. Man ersieht hieraus, dafs diese Unter-
dung blofs willkürlich und durch das Wesen der Sache
swegs begründet ist. *M.*

Gegenwohner.

Antoeci; Antéciens; *Antecians*; sind die Bewoh-
lcher Orte auf der Erde, die unter gleicher Länge, aber
entgegengesetzter gleicher Breite wohnen. So liegt zum
el das Vorgebirge der guten Hoffnung mit den südlichsten
den von Italien unter einem Meridiane, und die Gegen-
r des Vorgebirges der guten Hoffnung müfsten südlich von
in einem Puncte, wo das Mittelländische Meer ist, woh-
Die Gegenwohner haben zu gleicher Zeit Mittag, aber
ahreszeiten sind die entgegengesetzten; wenn der eine

Grundrifs der Naturlehre. Halle 1797. §. 69.
Lehrbuch der Naturlehre. Jena 1826. S. 82.

Ort die Sonne im Mittage am höchsten sieht, so steht s. Gegenwohnern dieses Ortes am tiefsten.

G e h ö r.

Das Hören; *Auditus*; Ouïe; *Hearing*; bez. den Sinn, durch welchen Schall, Ton, Klang u. s. w. genommen werden. Aus den Untersuchungen über die hung und Fortpflanzung des Schalles [1] ergiebt sich, Afficirung dieses Sinnes keine eigenthümliche und eige breitete, den Organen desselben zugeführte Substanze derlich sind, wie beim Sinne des Geschmacks und noch dafs es hierzu eines individuellen Wesens, wie bei des Lichtes bedarf, sondern dafs gewisse Schwingun Körper Empfindungen in demselben hervorbringen, w durch wägbare Medien fortgepflanzt werden, wonach s dieser Sinn zunächst an den des *Gefühls* anschliefst.

Das eigentliche *Sinneswerkzeug* für das Gehör ist da welches bei den verschiedenen Thierclassen mehr oder min kommen ausgebildet gefunden wird [2]. Für die Physik g den Bau dieses Organs beim Menschen zu kennen, bei we im Allgemeinen am vollkommensten ist [3]. Zu demselbe

---

1 Vrgl. *Schall.*

2 Man findet dieses in Treviranus Biologie VI. 342. ff.

3 Zeichnung und Beschreibung sind entlehnt aus dem c Werke S. T. Sömmering Abbildungen des menschlichen H Frankf. a. M. 1806. Fol. Sonst können noch verglichen we G. du Verney Traité de l'organe de l'ouie cet. Par. 1683. 8. in Oeuvres anatomiques publ. par Bertin. Par. 1761. 4. T Scarpa Disquisitiones anatomicae de auditu et olfactu. Ti fol. A. d. Lat. üb. Nürnb. 1800. 4. Wildberg Versuch ei physiol. pathol. Abhandlung über die Gehörwerkzeuge des M Jena 1795. 8. The Anatomy of the human ear, illustrated by of Engravings, of the natural size; with a Treatise on the of that organ, the causes of deafnes, and their proper Tre By J. C. Saunders. Lond. 1806. fol. Dr. J. E. Trampel. Wie man sein Gehör gut, und was fängt man damit an, wenn es haft geworden ist? 2te Aufl. vermehrt u. mit Anm. von Meyer 1822. 8. J. F. Meckel Handbuch d. menschl. Anatomie Hall IV. 7 ff. J. van der Hoeven disput. de organo auditus in T Traj. ad Rhen. 1822. 8. A new map of the Ear, exhibiting its

ßere Ohr A, dessen Form bei den verschiedenen Thie- Fig.
erschieden, im Allgemeinen aber zum Auffangen der 199.
wellen zweckmäfsig eingerichtet ist. Die Versuche mit
Hörrohre beweisen übrigens, dafs zur Verstärkung des
s die Weite der die Schallwellen auffangenden Oeffnung
oder eigentlicher gar nichts beiträgt, weit mehr dagegen
rhandenseyn von Krümmungen und Wölbungen, womit
s äufsere Ohr zweckmäfsig versehen ist, obgleich man
g die eigenthümliche Bestimmung einer jeden einzelnen
en noch nicht speciell angegeben hat. Schon Boerhave[1]
m hierüber Gewifsheit zu erhalten, das Ohr eines scharf-
n Mannes in Wachs abdrücken, mafs hiernach die Re-
winkel der einfallenden Schallstrahlen, und will hier-
gefunden haben, dafs alle in das äufsere Ohr gelangende
Reflection in den Gehörgang zurückgeworfen würden.
man aber berücksichtigt, dafs das Ohr zwar am stärksten
die perpendiculär auf seine Fläche fallenden Strahlen af-
ird, unbedeutend schwächer aber auch durch die, in je-
chtung dasselbe treffenden, so ist nicht wohl eine Krüm-
denkbar, welche bei allen möglichen Richtungen des Ein-
ie reflectirten Strahlen sämmtlich in einen Punct zu ver-
vermöchte. Aufserdem aber sind die gewundenen, den
sehr verstärkenden Hörrohre keineswegs von der Art, dafs
iche regelmäfsige Reflection von allen ihren Theilen statt
könnte. Ehe genauere, vielen Schwierigkeiten unter-
e, Versuche hierüber nähere Auskunft geben, könnte
e Hypothese aufstellen, dafs vielleicht die sehr ungleich
nd verschiedenartig gekrümmten Höhlungen durch ihre
he Lage und Richtung einzeln und wechselnd die von
eiten kommenden Schallstrahlen auffangen und zum Ge-
ane führen. Im Allgemeinen aber mufs, aufser der oben
benen Verstärkung des Schalles durch jede Art von Höh-
nd Wölbung, wohl berücksichtigt werden, dafs in sel-
Ausnahmen das äufsere Ohr ohne merkbare Verminderung

---

termediate and internal Structure cet. by J. H. Curtis. Esqr. 1823. A Treatise on the Physiologie and diseases of the Ear. J. H. Curtis. Lond. 1827.

[1] Praelect. acad. in propr. institutiones rei medicae. VI Tom. 1758. 8. III. 184.

der Fähigkeit zu hören ganz fehlt [1], und dieses daher auf keine Weise als ein, das Hören überhaupt nothwendig bedingender Theil des Gehörorgans betrachtet werden kann.

Bei den meisten Thieren ist das hervorstehende äufsere Ohr beweglich und wird verschieden gerichtet, um den Ort des Schalles dadurch zu erforschen, dagegen besitzen nur in seltenen Ausnahmen Menschen das Vermögen, ihr äufseres Ohr zu vollkommen zu bewegen [2], und es soll dieses nach Perrault nicht durch die Ohrmuskeln, sondern durch den Hautmuskel des Kopfes geschehen.

Vom äufsern Ohre gelangt der Schall durch den Gehörgang (*meatus auditorius*; conduit auditif) b zum Tympanum. Käme es beim Schalle auf die Gröfse der Fläche an, welche die Schallstrahlen auffängt, so müfste der Schall durch das äufsere Ohr 50 mal verstärkt werden, wie auch Karsten [4] berechnet, weil der Queerschnitt des Gehörganges so vielmal kleiner ist, als das äufsere Ohr. Allein hiergegen entscheiden nicht blofs die schon erwähnten Erfahrungen mit Hörrohren, sondern auch diejenigen, welche nach dem Verluste des äufseren Ohres oder beim Bedecken desselben gemacht sind. Nach Savart, welcher in den neuesten Zeiten die Lehre von der Entstehung und Fortpflanzung des Schalles durch eine Menge schöner Untersuchungen bereichert hat, dient das äufsere Ohr zum Auffangen der Schallwellen, durch welche es dann zugleich in Schwingungen versetzt wird, und somit die verstärkten Wellen zur *membrana tympani* leitet. Dafs alle Körper, selbst sogar die am wenigsten elastischen, durch die sie treffenden Schallwellen gleichfalls in analoge Schwingungen versetzt werden, ist durch Savart genügend erwiesen, und so läfst sich denn eine Anwendung dieses allgemeinen Satzes auf das äufsere Ohr nicht wohl in Abrede stellen; eben so deutlich macht ist es aber auch durch die oben angegebenen Erfahrungen

1 Stark's Neues Archiv. II. 628.

2 Haller Elem. Phys. V. C. XV. p. 190. Cooper in Phil. 1800. p. 156.

3 Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 288.

4 Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntnifs der Natur. Hall. 8. Absch. VII. §. 94 — 100.

5 Ann. de Chem. et Phys. XXVI. 38.

eine bedeutende Verstärkung des Schalles dem äufseren nicht füglich beigelegt werden darf. Die Querschnitte des ganges sind elliptisch, die Fläche seiner Oeffnung beträgt ittel bei ausgewachsenen Menschen $5\frac{1}{3}\frac{1}{6}$ Quad. Lin., die Lange 9 L. die Höhe 4 L., die Breite 3 L. Die Bestimm der Weite hat hauptsächlich Comparetti [1] mitgetheilt, a [2] dagegen die der Länge und der Krümmungen. Der gang steigt nämlich zuerst aufwärts, dann wieder herab, ieder hinauf; sein Umfang ist anfangs knorpelig, mit bei allen Individuen ganz gleicher Weite und Form, jedoch ls man bei den meisten vermittelst hineinfallenden inten- Lichtes das Paukenfell sehen kann [3], und mifst nach ni [4] im kleinsten Durchmesser $\frac{7}{10}$ stel, im gröfsten $\frac{8}{10}$ stel oll. Weiterhin liegt der Gehörgang in den Schläfeknoist mit einer feinen Haut überkleidet, welche in der Nähe rommelfelles eine dicke, klebrige, sehr brennbare, aus eitten Oele, einer eiweifsartigen eigenthümlichen Substanz, Natron und phosphorsaurem Kalke bestehende Feuchtigdas sogenannte *Ohrenschmalz* ausschwitzt, und am inEnde durch eine ausgespannte Haut geschlossen wird.

Haut, das *Paukenfell, Trommelfell (membrana tym-*, membrane du tambour), eine gleichsam in einem ausgespannte elastische, nach innen etwas gewölbte Haut, let den Gehörgang schief, macht oben mit demselben eimpfen, unten einen spitzen Winkel, und besteht aus eigenen mittleren, vom knöchernen Gehörgange entspringa Haut, welche auswendig mit der verlängerten Haut des n Ohrganges, inwendig mit der zarteren und genauer been des innern Gehörganges überzogen ist. Die mittlere ümliche Haut des Paukenfelles enthält mehrere vom Umnach dem Mittelpuncte strahlende Fasern, welche vorzügder inneren Seite sichtbar und wahrscheinlich muskel-

---

De aure int. compar. Patavii 1789. p. 142. n. 43. Treviranus II. 368.

Leçons d'Anat. comp. II. 513.

Astley Cooper in Phil. Trans. 1801. II. 436.

Phil. Trans. 1800. 1. 4.

Fourcroy Syst. de connoiss. chim. IX. 372. Horkel's Archiv.

Vauquelin Encyclop. méth. de Chem. T. III.

artig sind, und verschiedene feine Blutgefäfse [1]. Nur in sehr nen Fällen ist dasselbe mit einem Löchelchen versehen [2]. Ei nige ältere und sogar auch neuere Anatomen [3] nehmen eine Oef nung im Trommelfelle als normal an, allein mit Unrecht [4]. Da dasselbe aber in einigen seltenen Fällen eine Oeffnung habe, i wohl unleugbar, indefs soll sie nach Rudolphi [5] nur durch Z störung in Krankheiten entstehen.

Die *Pauke, Trommel, Paukenhöhle* (*cavitas tympa* caisse du tambour), durch das Paukenfell vom äufsern G hörgange geschieden, ist von einer unregelmäfsigen elliptisch im Mittel 4 Lin. weiten Gestalt, und mit einer zarten Schle haut bekleidet. In derselben befinden sich die *Gehörknöchel* die kleinsten im menschlichen Körper, der *Hammer* (*malle* marteau) β, der *Ambos* (*incus*; enclume) α, mit welch ein kleines linsenförmiges Knöchelchen (*os orbiculare*; selet orbiculaire ou lenticulaire) δ schon in der früh Lebensperiode verwachsen ist, und der *Steigbügel* oder *reif* (*stapes*; étrier) γ. Hammer und Ambos sind an oberen Enden mit einander, und der Hammer ist mit dem melfelle verbunden.

Im Einzelnen unterscheidet man am Hammer den K den obersten länglich rundlichen Theil, den kurzen, Seiten zusammengezogenen Hals, den Grift oder die H μ, eine zwischen den Blättern des Paukenfelles liegende, in ein Knöpfchen endigende Zacke, und die beiden Fort den äufsern oder kurzen, stumpfen und den vorderen Stachelfortsatz ν. Der Ambos gleicht etwas einem Back mit zwei Wurzeln. Der mittlere Theil oder Körper ist ungefähr viereckig, plattgedrückt, und vorn mit einer tiefsten Gelenkfläche versehen, wodurch der Ambos mit der

---

1 Meckel a. a. O. p. 18. E. Home in Phil. Trans. 1801. I.

2 Haller El. Phys. V. 202. Ej. Coll. Diss. IV. 308.

3 A. Q. Rivini de auditus vitiis Lips. 1717. C. 12. Portal de l'Anat. III. 570. VI. 1 u. 469. Vest in Medicin. Jahrb. des Staates. Wien 1819. V. 123.

4 Bose. Praes. Walther, Diss. de membrana tympani. Lips.

5 Handb. d. Phys. II. 126.

des Hammers verbunden ist. Von seinen beiden Schenkeln der obere und kürzere frei, der längere, weiter nach innen ne, mit einer knopfartigen Anschwellung, und ist durch das *bein* mit dem Steigbügel, nirgend aber unmittelbar mit dem felle verbunden. Der Steigbügel hat die Gestalt, welche sein ndeutet, liegt nicht, wie die beiden gröfseren Knochen ht, sondern horizontal. Sein oberer Theil besteht aus einem engedrückten, länglich rundlichen, zur Aufnahme des beines etwas vertieften Knöpfchen, welches nur selten einen eingeschnürten Hals von den beiden Schenkeln ge- st. Letztere sind inwendig mit einer Furche versehen, eine feine Membrane, eine Fortsetzung der Paukenhaut annt ist. Die Basis des Steigbügels hat ganz die Form len Fensters, womit sie durch die Schleimhaut der Pau- le beweglich verbunden ist, und kann, als etwas kleiner, liese Oeffnung in und aus dem Vorhofe treten. Die in- lem Fenster zugewandte Seite ist flach, die äufsere ver- d von aufgeworfenen Rändern umgeben[1].

wie diese Knöchelchen sind auch die zu ihnen gehörigen n mit die kleinsten im Körper. Der Ambos hat keine n, der Hammer dagegen drei, deren Bestimmung die ver- ne Spannung des Trommelfelles zu seyn scheint. Der r, oder innere Hammermuskel (*Tensor tympani, mallei internus*) entspringt in der Nähe des Keil- tritt in die Paukenhöhle, und ist mit seiner Sehne an re Ende der inneren Fläche des Hammers, dicht unter ngen Fortsatze desselben, angeheftet. Indem er den r nach innen zieht, spannt er das Paukenfell, und bringt he der Gehörknöchelchen von aufsen nach innen, wo- ler Steigbügel in das eirunde Fenster gedrängt wird. Der Erschlaffer des Trommelfelles, gröfserer äufserer Ham- kel, (*Laxator tympani, Musc. mallei externus*) ist mit seiner Sehne an den langen Fortsatz des Ham- heftet, zieht den Hammer nach vorn und aufsen, und ft dadurch das Paukenfell. Der kleinere Erschlaffer des felles, kleinerer äufserer Hammermuskel (*Laxator*

[1] Meckel a. a. O. 24. ff.

Fig. 201. *lis, semiovalis, vestibularis*; fenêtre ovale) γ mit der Trommelhöhle zusammenhängt. Letzteres ist mit einer hellen etwas gallerartigen Flüssigkeit erfüllt, mit einem sehr zarten Häutchen überzogen und von der Basis des Steigbügels durch überdeckt, indem diese mit dem Umfange des Fensters durch ein dünnes Häutchen so verbunden ist, dafs der Steigbügel noch was beweglich bleibt. Nicht weit von demselben befindet sich eine etwas kleinere, runde, gleichfalls mit einem zarten Häutchen (*membrana tympani secundaria*) überzogene, die Trommelhöhle mündende Oeffnung, das runde Fenster (*fenestra rotunda, triquetra, cochlearis*) δ. An einen Seite des Labyrinths befinden sich die drei halbkreisförmigen Canäle (*canales ossei semicirculares*; canaux semicirculaires) von etwas ungleicher Gröfse, wovon zwei in einen gemeinschaftlichen Schenkel zusammenlaufen, und sich daher nur mit fünf Oeffnungen am Vorhofe endigen. Sie bestehen aus knöchernen Röhren, welche etwas mehr als einen Halbkreis bilden, ein wenig platt gedrückt und ungleich sind, und ähnliche Röhren des häutigen Labyrinths enthalten. An der andern Seite des Labyrinths befindet sich die Schnecke (*cochlea*; limaçon), ein spiralförmig zu drittehalb Windungen um einen mittleren, allmälig dünner werdenden Theil, Fig. 202. Spindel (*modiolus*), gewundener Canal, welcher aus knöchernen Wandungen mit einer zarten Marksubstanz besteht. Zeichnung drückt dieses interessante, in der Mitte durchbohrte Organ aus. Die Schnecke wird durch eine, von dem unteren Theile ihres Umfanges entspringende waagerechte knöcherne Platte, das Spiralblatt (*lamina spiralis*) in zwei einander liegende Gänge, die Treppen (*scalae*) getheilt. Das Spiralblatt selbst ist doppelt, ein oberes und ein unteres, und nicht die ganze Schnecke, sondern hört etwa in der Mitte der zweiten Windung als ein scharfer Haken (*hamulus cochleae*) auf; die untere Treppe, beträchtlich weiter als die obere, endigt mit dem runden Fenster nach hinten und aufsen gegen die Pauke, und heifst daher die Paukentreppe (*scala tympani*).

1 Scarpa Anat. disquis. de Auditu et olfactu. Ticini 1789. fol.

e ist durch das, etwas concav ausgespannte Nebentrommelfell
ympanum secundarium) verschlossen, die obere und
gere dagegen führt in den Vorhof, und heifst Vorhofstreppe
cala vestibuli) [1].

Sowohl aus dem Vorhofe des Labyrinths, als auch aus der
necke gehen furchenähnliche Vertiefungen, die sogenannten
sserleitungen, in die umschliefsenden Knochen. Durch diese
ngt das häutige Labyrinth, und bildet zwischen dem Kno-
n und der harten Hirnhaut deutlich hervorragende blinde
ke. Diese Gänge sind zugleich die Wege der Puls- und
adern, welche in das Labyrinth und aus demselben treten,
gleichen von Saugadern, welche die regelwidrige Anhäufung
Wassers im Labyrinthe hindern.

Im Labyrinthe befindet sich der Hauptnerv des Ohrs, der
örnerv, welcher sich theils in der Schnecke, theils im Vor-
, theils auch in den halbkreisförmigen Canälen ausbreitet.
schen den beiden Blättern der Schnecke ist er strahlenför-
verbreitet, und mit büschelförmigen Enden; in den An-
vellungen (*ampullae*) der halbkreisförmigen Canäle dage-
als eine zusammenhängende, ungefaserte Substanz; in den
n des Vorhofs endlich als divergirende, jedoch unter einan-
verbundene Filamente. Er ist allein im Labyrinthe vorhan-
ohne dafs hier andere Nerven des Ohrs zu ihm stofsen,
mit dem stärksten Aste in das Gehirn, und wirft einen Ne-
it nach der Stirn hin, dessen Zweige sich über das Gesicht
eiten. Warum aber die Enden dieser Nerven in der in-
en Höhle des Gehörorgans so verschieden gestaltet, und so
ausgebreitet sind, da doch eine einzige Nervenspitze die
lschwingungen zu empfangen und zum Sensorium fort-
en geschickt seyn müfste, dieses ist kein Gegenstand ei-
eigentlichen physikalischen Untersuchung. Indefs läfst
mit den Physiologen annehmen, dafs hierdurch das Auf-
n der Schallschwingungen erleichtert und ihre Wirkung
rkt werde [2].

So einfach es ist, die Bestimmung des äufsern Ohrs zum
ngen der Schallwellen und des Gehörganges zur Fortlei-

---

[1] Meckel a. a. O. p. 30. ff.
[2] Cuvier vergl. Anat. II. 471.

tung derselben in das innere Ohr zu erkennen, eben so schwe wird es, den Zweck der einzelnen Theile im inneren Ohre bestimmt anzugeben. Selbst die Bestimmung des Trommelfells ist ungewiſs, indem dasselbe weder zum Auffangen noch zum Fortleiten der Schallwellen direct dienen kann, wofür ein deutlicher Beweis schon darin liegt, daſs das Hören auch nach einer Zerreiſsung desselben fortdauert [1]. Indeſs wird das Trommelfell bei jedem Hören und auch beim Horchen automatisch gespannt, indem die Mitte desselben durch den mit ihm verbundenen Hammer in die Höhe gezogen wird, welches durch die Zusammenziehung des inneren Hammermuskels geschieht [2]. Einige Physiologen glauben daher, es diene dazu, den zu starken Eindruck des Schalles zu schwächen, um die feinen Gehörwerkzeuge gegen eine gewaltsame Afficirung zu schützen, weil die Schwingungen einer stark gespannten Membrane kürzer sind als die einer schwachen. Allein dafür sind die durch den Schall verursachten Bebungen bei stark gespannten Körpern viel energischer. Treviranus [3] legt mit mehreren auch demselben die Bestimmung bei, zum feineren Hören zu dienen und die Individualität der einzelnen Töne zu unterscheiden, welches übrigens gegen die Gesetze der Schallschwingung streitet [4], indem überhaupt nur von der Fortleitung des völlig bestimmten Schalles, Tones u. s. w. die Rede sein kann. Eben hierin liegt auch eine Widerlegung der Hypothese Scarpa's und Autenrieth's [5], wonach die runde oder elliptische Form des Trommelfelles dazu dienen soll, durch seine längeren und kürzeren Fasern gleichsam verschieden klingende Saiten z. B. für die Octaven und überhaupt für die tieferen und höheren Töne abzugeben, indem das Ohr auf keine Weise die ihm zugeführten Töne abändern soll, die Organe desselben vielmehr bloſs zur Fortleitung der Schallwellen bestimmt sind, welche bei jedem Tone auf gleiche Weise durch die kürzeste wie durch die längste Saite geschehen kann. Am natürlichsten ist es

1 Cooper in Phil. Trans. 1800. p. 151. 1801. p. 435. Treviranus Biol. VI. 375.

2 Treviranus a. a. O.

3 a. a. O. p. 374.

4 Vrgl. *Schall.*

5 Reil's und Autenrieth's Archiv für die Physiol. IX. 37.

ne Zweifel anzunehmen, dafs das Paukenfell überhaupt nicht unmittelbaren Bedingung des Hörens bestimmt sey, indem teres ohne dasselbe recht gut statt finden kann. Vielmehr eint sein nächster Zweck darin zu liegen, die innere Höhle Ohres nebst den darin enthaltenen sehr zarten Theilen ge- den Einfluss der, hinsichtlich der Temperatur, Feuchtig- u. s. w. stark wechselnden, äuseren Luft, gegen Staub, ere und sonstige Verletzungen zu schützen. Aufserdem ist Anspannung und die ihr entgegengesetzte Erschlaffung der örknöchelchen nebst der mit ihr gleichzeitigen und innigst mmenhängenden des Paukenfelles im Allgemeinen zwar an- tisch, es scheint mir daneben aber durchaus nicht zweifel- , dafs beides auch durch Willkür geschehen könne, um die Hörnerven für einen leiseren Ton vorzubereiten oder gegen n zu heftigen Eindruck des Schalles zu sichern, und hierin dann allerdings der ganze Apparat der Gehörknöchelchen hl als auch des Paukenfelles nebst den ihnen zugehörigen teln eine sehr wichtige Bestimmung.

Ueber die eigentliche Bestimmung der Gehörknöchelchen man von jeher nicht einerlei Meinung. Einige Physiologen ich glaubten, sie dienten zur Fortpflanzung des Schalles Paukenfelle zum ovalen Fenster und von hier zum Gehör- n, andere liefsen den Schall vom Paukenfelle an durch die ler Paukenhöhle zum runden Fenster geleitet werden, und a aus zum Gehörnerven gelangen, noch andere liefsen die itung gleichzeitig auf beiden Wegen geschehen, und alle nterstützten ihre Meinung mit anscheinend unwiderlegli- Gründen. Indem aber diese Frage eine ausführliche Un- hung erfordert, letztere aber, obgleich der Physiologie ist zugehörig, dennoch sehr in das Gebiet der Physik ein- so habe ich mich bemüht, dieselbe zur endlichen Ent- ung zu bringen [1]. Hieraus ging das Resultat hervor, dafs malen Zustande der Schall vom Paukenfelle durch die Ge- chelchen zum ovalen Fenster, und von da aus zum Ge- ven gelangt, dafs aber, wenn dieser Apparat durch eine

---

Kastner's Archiv. VII. 1 ff. Die Literatur ist dort vollständig eilt, worauf ich hier verweise, indem seit jener Zeit keine hen hinzugekommen sind, welche mich vermögen könnten, von Meinung abzugehen.

oder die andere Ursache zerstört oder unbrauchbar geworden ist, die Fortpflanzung des Schalles in einem minder vollständigen Grade durch die Luft zum runden Fenster geschehen kann, wa sie in seltenen Fällen selbst durch die Zähne oder sonstige Theile des Kopfes geschieht.

Savart, welcher wegen seiner wichtigen Untersuchungen über die Schallgesetze zu einer Entscheidung hierüber vorzüglich befähigt ist, stimmt mit dieser Erklärung in so fern überein, als er den Gehörknöchelchen die Function der Fortpflanzung des Schalles beilegt [1], zugleich aber behauptet er, das Paukenfell werde deswegen durch den Hammer gespannt, um es gegen heftige Schallwellen unempfindlicher zu machen. Zum Beweis dieses Satzes spannte er über den aus Charten-Papier verfertigten abgekürzten Kegel A die feine Membrane m, streuete Sand auf diese, und fand, dafs dieser höher hüpfte, wenn die Membrane in Schwingungen versetzt wurde, als wenn sie durch den Hebelarm l c L in die Höhe gehoben und somit stärker gespannt war. Dieser Erfolg war wohl nothwendig, denn da die Membrane durch den Hebel einen neuen Schwingungspunkten in ihrer Mitte erhielt, mufsten die Schwingungsbogen auf die Hälfte kürzer werden, und die Höhe, bis zu welcher den Sand schleuderte, mufste daher abnehmen. Allein damit noch gar nicht erwiesen, dafs die Schallschwingungen stärker energisch waren, indem man als unbestreitbares Axiom annehmen kann, dafs alle Schallschwingungen so viel energischer sind, je stärker der schwingende Körper gespannt ist, natürlich aber wird die Fortpflanzung des Schalles um so unvollkommener, je schlaffer der leitende Körper ist, und hört oft bei erschlafften völlig auf. Ich bin daher mehr geneigt, in dieser Beziehung der Meinung von E. Home [2] beizupflichten, nach welchem das Trommelfell gespannt wird, um mit der Verschiedenheit der äufseren Schallschwingungen zu correspondiren (wenn nämlich hier blofs vom Unterschiede der Stärke und Schwäche derselben, nicht aber von der individuellen Art der Töne die Rede ist), indem es im Zustande der Erschlaffung nur unvollkommene Eindrücke erhält.

Fig. 203.

Die Schwierigkeiten, welche einer genauen Beantwor-

1 Ann. Chim. et Phys. XXVI. 25; 33 u. ff.

2 Phil. Trans. 1800. I. 11; 159.

age über die Bestimmung des Paukenfelles und der Gehörchelchen hinsichtlich der Fortleitung des Schalles entgehen, erstrecken sich auch auf den eigentlichen Zweck der nen Theile des Labyrinths. Als man früher ungewiss er war, ob die Flüssigkeiten überhaupt den Schall fortenen [1], und dieses wegen ihrer geringen Zusammendrückit bezweifelte, so überraschte die Entdeckung Cotugni's [2], ich im Labyrinthe Wasser befinde, und Meckel's [3], dass he ganz damit erfüllt sey. Ohne dieser Flüssigkeit eigentleitungsfähigkeit beizulegen, meinte Wünsch [4] daher, die nte zarte und elastische Masse des Labyrinths werde erert, welchem Gehler [5] beitrat. Gegenwärtig macht diegenstand keine Schwierigkeit mehr, da es erwiesen ist, lle tropfbare Flüssigkeiten, wenn gleich zur Erzeugung challes untauglich, ihn dennoch besser und vollständiger, Luft fortleiten; allein damit ist die eigentliche Bestimaller einzelnen Theile des Labyrinths noch keineswegs en. Der Gehörnerv selbst und seine Anfänge in der cke, dem Vorhofe und den halbkreisförmigen Canälen sind ieden. Schon Scarpa [6] meinte, noch bestimmter aber Treviranus [7], dass diese verschiedenen Nervenzweige enen, die individuelle Beschaffenheit der Töne (den) wahrzunehmen, und gleichzeitig ungleichartige Töne nnen. Wenn aber viele Physiologen aus der eigenthümform dieser Nervenzweige ihre individuellen Functionen Wahrnehmung des einen oder andern Theils der Schallngungen zu bestimmen versuchten, so war dieses viel zu ig, indem die Physiker die eigentliche Beschaffenheit dieschwingungen noch gar nicht hinlänglich genau aufgefunden , und selbst noch kaum muthmafsen können, wodurch die nehmung der Individualität jedes einzelnen Tones bedingt Es ist daher vorerst noch unmöglich anzugeben, warum ge-

---

Vrgl. *Schall; Fortpflanzung.*

Diss. de aquaeductibus auris hum. internae. Neap. 1760. 4.

Diss. de labyrinthi auris contentis. Argent. 1777. 4.

De auris hum. proprietatibus. Lips. 1777. 4.

Wörterb. II. 450.

De auditu et olfactu S. II. C. 4. §. 14.

a. a. O. S. 403.

rade so viele und so verschieden gestaltete Nervenzweige gefunden werden, warum das Labyrinth aus drei Haupttheilen besteht, gerade drei halbkreisförmige Canäle vorhanden sind, die Schnecke ihre Windungen hat u. dergl. m.

Wegen der weiten Verbreitung und Verzweigung der Nerven des Gehörs über verschiedene Theile des Körpers, desgleichen wegen der Fortleitung des Schalles durch feste Körper ist es möglich, auch ohne das Eindringen der Schallwellen in den Gehörgang zu hören. Dafs man durch die Zähne hören kann, wenn man einen Stab oder sonstigen starren Körper an dieselben oder zwischen sie hält und mit dem schallenden Körper in Verbindung bringt, wufste man gewifs in uralten Zeiten; bekannt gemacht wurde es aber zuerst durch INGRASSIA [1] und viele haben es nachher bestätigt [2]. Auf ähnliche Weise kann man sich leicht von der Fortpflanzung des Schalles und einer Art des Hörens durch die übrigen Theile des Kopfes überzeugen, welche gleich in keinen oder mindestens in sehr seltenen Fällen diese Theile in die Functionen der eigentlichen Gehörwerkzeuge treten.

Die Feinheit, Schärfe und Genauigkeit des Gehörs oder des Hörens ist sehr verschieden, von dem höchsten Grade der *Scharfhörigkeit* bis zur völligen *Taubheit*. Bei manchen Thieren mag das Gehör im Allgemeinen feiner seyn; wie das Elephantenweibchen das Geschrei seines Jungen auf eine weite Entfernung hört, als wohin das menschliche Ohr reicht [3]. Das Unterscheidungsvermögen verschiedener Töne ist aber beim Menschen gewifs vorzüglicher, und das Wahrnehmen der Harmonie ihm allein eigen. Man bemerkt auffallend, dafs Blinde die ihnen bekannten Personen weniger an der Stimme, als mehr am Geruche erkennen, und obgleich die Thiere verschiedene Töne unleugbar erkennen, wie aus ihrem Locken,

1 J. Bapt. Ingrassia in Galeni lib. de ossibus Commentaria norm. 1603. fol. p. 97.

2 J. Jorissen diss. med. sistens novae meth. surdos reddendi dientes physicas et med. rationes. Halae. 1757. G. H. Winkler de ratione audiendi per dentes. Lips. 1759. Büchner's Abhandlung einer besondern und leichten Art, Taube hörend zu machen. Halle 1759. 8. Vylhoorn ad Heist. Chir. p. 733. Ballet. de la societé Tolom. N. 41. u. v. a.

3 Phil. Trans. 1800. I. p. 20.

heuchen, und sonstigen Zeichen durch Töne unverkennbar rvorgeht, so bringen doch die schönsten Singvögel nie Harnie hervor, und nur wenige Beispiele deuten auf ein Afficirrden durch dieselbe. Hierher gehören die Erfahrungen vom ohlgefallen oder Mifsfallen der Hunde und sonstiger Hausere an gewissen Tönen, Instrumenten und Musikstücken [1], Beobachtung von Archer [2], dafs eine Maus durch das Spiel Flöte angelockt wurde, die Erzählungen von dem Einicke der Musik auf Spinnen [3], ferner die interessanten Verhe von Everard Home [4], wonach der Elephant blofs die eren Töne eines Horns und eines Forte-Piano beachtete, der ve dagegen bei den hohen Tönen ruhig aufmerksam blieb, den tiefen aber sich wild gebärdete.

Ueber das Gehörvermögen der Fische ist lange gestritten, l die Frage über die Fortpflanzung des Schalles durch Was- und indirecte über die Elasticität desselben hiermit zusamhing. Wenn man übrigens die Fähigkeit tropfbarer Flüseiten, den Schall fortzupflanzen, aus ihrer Elasticität beweiwollte, so verwechselte man offenbar Zusammendrückbarmit Elasticität. Neuere Versuche haben indefs nicht blofs iesen, dafs tropfbare Flüssigkeiten, namentlich das Wasser, hl zusammendrückbar als auch elastisch sind, sondern dafs t die gar nicht als elastisch sich zeigenden Körper, z. B. sogar in Schallschwingungen versetzt werden können [5]. ischen ist das Vermögen des Gehörs bei den Fischen durch rung aufser allen Zweifel gesetzt. Schon bei Aristote-, Aelian [7] und Plinius [8] findet man solche Erfahrungen mt, und spätere Schriftsteller bestätigen die Sache [9], na-

---

Büffon Hist. Nat. ed. Bip. XI. 143. Kerner in Reil's u. Auten-Archiv. IX. 339.

The American medical Recorder. Philad. 1818. I. 18.

Leipz. Mus. Zeit. a. v. O.

Phil. Trans. 1823. I. 25.

Vrgl. *Schall.*

Hist. Anim. L. IV. C. 8.

De nat. an. L. VI. C. 32. L. IX. C. 7.

Hist. Nat. L. X. C. 70 (89. ed. Bip.) Pisces audire palam est : in piscinis Caesaris genera piscium ad nomen venire, quose singulos.

Boyle Phil. Works. III. 41. Willoughbey. Hist. Pisc. p. 228.

mentlich FABRICIUS [1] durch die Erzählung, dafs die Grönländischen Fischer sich hüten laut zu reden, damit nicht die Haifische an die Oberfläche kommen und die Fische verjagen. Die Anwesenheit der inneren Gehörwerkzeuge bei den Fischen ist gegenwärtig gleichfalls entschieden [2]. Die Untersuchung endlich, wie weit dieser Sinn unter den übrigen Thierclassen verbreitet sey, gehört zur vergleichenden Physiologie.

Ein überreizter Zustand des Gehörs, (*hypercusis*), gehört unter die seltenen Erscheinungen [3]; weit häufiger dagegen sind die *Schwerhörigkeit* in ihren verschiedenen Abstufungen und die *Taubheit* des einen Ohrs oder beider. Die vielen verschiedenen, hier nicht zu erwähnenden eigentlichen Krankheiten des Gehörs abgerechnet [4] ist die Schwerhörigkeit zuweilen Folge der Verstopfung des Gehörganges durch verdichtetes Ohrenschmalz [5], welches Uebel durch blofses Reinigen des Ohrs gehoben werden kann; in vielen Fällen einer Verschliefsung der Eustachischen Röhre [6], deren Schleimhaut leicht krankhaft sezernirt wird, z. B. bei katarrhalischen Beschwerden, mit welchen deswegen häufig periodische Schwerhörigkeit und ein Wiederöffnen dieses Canals, begleitet von der Empfindung eines Knalles verbunden ist, oder bleibende Schwerhörigkeit bei andauernder Verstopfung derselben, in welchem Falle die Trommelbohrung des Trommelfelles unter Umständen mit Erfolg

---

1 Fauna Groenlandica. p. 129.

2 KLEIN MANTISSA Ichthyolog. de sono et auditu piscium. 1746. 4. BAKER in Phil. Trans. Num. 486. Uebers. in Hamb. Mag. 655. NOLLET sur l'ouie des Poissons. In Mém. de l'Ac. 1743. Vorzüglich A. MONRO's Vergl. d. Baues und der Physiol. der Fische u. s. w. von Schneider. Leipz. 1787. 4.

3 ITTARD a. a. O. p. 172. H. D. GAUBIUS Anfangsgründe d. Krankheitslehre. A. d. Lat. von Gruner. 2te Aufl. Berl. 1776. S. 351.

4 S. hierüber die oben angegebenen Werke namentlich von ITTARD, TRAMPEL, CURTIS u. a.

5 VALSALVA de aure hum. Tractatus. In ei. opp. ed. Morgagni. Venet. 1741. 4. p. 11. RUDOLPHI Grundrifs der Phys. II. 127. Itt. a. a. O. S. 121. CURTIS a. a. O. S. 27.

6 VALSALVA a. a. O. S. 116. nach welchem die eingeschlossene Luft zur Fortpflanzung des Schalles unfähig ist. Vrgl. Phil. Trans. 1756. Hist. de l'Acad. 1724.

werden kann. Schon vor fast 200 Jahren beobachtete
[1], dafs ein Tauber sich unvorsichtigerweise mit dem
el das Trommelfell durchstiefs, und dadurch plötzlich
wurde. In welcher Zeit man diesem gemäfs anfing das
fell zur Herstellung des Gehörs künstlich zu durchboh-
vermag ich nicht anzugeben, gewifs aber ist, dafs diese
ion später von Cheselden [2], nachher von Büsson [3] und
vorgeschlagen, von Valsalva [4] aber (muthmafslich
und nachher hauptsächlich von A. Cooper [5] und andern,
nur in seltenen Fällen mit glücklichem Erfolge, ange-
wurde [6]. Die Ursache der Schwerhörigkeit, in seltenen
völliger Taubheit, durch Verstopfung dieses Canals liegt
afslich in einer Anhäufung des durch denselben nicht ab-
ten Schleimes [7], oder in der sowohl durch Vermehrung
h durch Verminderung des äufsern Luftdruckes gegen das
fell, (bei Erfüllung der Paukenhöhle mit verdünnterer oder
eterer Luft als die atmosphärische) gehinderten freien
lichkeit der Gehörknöchelchen; wenn nicht zuweilen in
on der Eustachischen Röhre in die Paukenhöhle fortge-
krankhaften Anschwellung der Schleimhäute überhaupt.
en Fällen ist Schwerhörigkeit sicher eine Folge der Ver-
g des Eustachischen Canals, indem man bei leichten ka-
rischen Beschwerden sehr häufig eine gewisse Stumpfheit
hörs wahrnimmt, welche durch das Bestreben des Nie-
ckens vermittelst der hierbei statt findenden Bewegung
ldeckels, Gaumsegels und der übrigen Theile des Schlun-
ht gehoben wird. Dafs mit jener Verstopfung zugleich
afhebung des Gleichgewichts in der Spannung der äufse-
d der in der Paukenhöhle eingeschlossenen Luft verbun-
t, wobei sich wohl in den meisten Fällen die letztere
Absorption in einem Zustande stärkerer Verdünnung be-

Encheiridion anatomico-pathol. L. B. 1649. 8. p. 290.

Anatomy of the human body. ed. 2. Lond. 1756. p. 806.

Ittard a. a. O. S. 318.

De aure hum. p. 89..

Phil. Trans. 1801. II. N. XXIII. G. LIV. 394.

Vrgl. Himly com. de perforatione membranae tympani, Gott.

Horn's, Nasse's u. Henke's Archiv. 1817. Mai u. Juni.

findet, dieses geht schon daraus hervor, dafs das Durchbohren des Paukenfelles in der Regel mit der Empfindung eines heftigen Knalles verbunden ist, auch empfindet man etwas dieser Art, wenn im oben angegebenen Falle die Eustachische Röhre durch das Bestreben des Schluckens sich wieder öffnet. Hieraus liegt ein hauptsächlicher Beweis, dafs sowohl die Fortpflanzung des Schalles im normalen Zustande durch die Gehörknöchelchen geschieht, als auch dafs die freie Beweglichkeit der letzteren zur Vollständigkeit des genauen Hörens unentbehrlich ist. Dies wird aber aufgehoben, die Luft in der Paukenhöhle mag mehr oder weniger elastisch seyn, als die äufsere; im ersteren Falle nämlich wird das Paukenfell nach innen gebogen und der Steigbügel gegen das ovale Fenster gedrückt, im letzteren dagegen drückt die Luft das Paukenfell nach aufsen, und die Gehörknöchelchen werden gespannt. Ob übrigens die Eustachische Röhre verschlossen oder offen sey, nimmt man bekanntlich leicht wahr, wenn man nach verschlossener Nase die Luft in der Mundhöhle comprimirt, und dann den Druck derselben gegen das Paukenfell empfindet. Aufserdem aber werden Schwerhörigkeit und völlige Taubheit verursacht durch Verstopfung der Trommelhöhle, Zerstörung des Gehörapparats oder Unempfindlichkeit des Gehörnervs. Wenn nämlich der Steigbügel verloren geht, so läuft das Wasser aus dem Labyrinthe, der Nervenapparat desselben fällt zusammen, vertrocknet, und es ist an keine Wiederherstellung dieses Sinnes zu denken [1]. Nach Portal [2] soll dieses Wasser zuweilen bei alten Personen, und ist dann Ursache der Taubheit, und so könnte allmälige Verminderung desselben in Folge der Altersschwäche auch die in sehr hohem Alter gewöhnliche Schwerhörigkeit veranlassen. Dafs übrigens das Paukenfell, der Hammer und Ambos ganz oder zum Theil fehlen können, ohne gänzlichen Verlust des Gehörs nach sich zu ziehen, ist factisch erwiesen, und mit der oben angegebenen Theorie von der Fortpflanzung der Schallwellen bis zum Labyrinthe sehr wohl vereinbar [3]. Die übrigen Krankheiten aufzuzählen, welche eine Lähmung oder Zerstörung des Gehörs herbeiführen, ist hier der Ort nicht, und es möge daher

1 Rudolphi a. a. O. S. 144.

2 Archiv. génér. de Médecine. 1824. Oct.

3 Vrgl. meine oben erwähnte Abh. in Kastner's Archiv. VI. 3.

im Allgemeinen erwähnt werden, dafs man sich von der fortdauernden Thätigkeit des Gehörnervs mit grofser Sicher- überzeugen kann, wenn man einen den Schall leitenden n Körper, z. B. eine Taschenuhr, zwischen die Zähne t, und versucht, ob dann die Empfindung des Hörens noch findet oder nicht. Ist letzteres der Fall, so ist man berech- den Gehörnerv für völlig unthätig zu halten.

Um den Grad der Schwerhörigkeit, namentlich bei Kindern, le nicht blödsinnig sind, zu prüfen, schlägt ITTARD[1] ein ei- Instrument vor und nennt dieses *Akumeter*. Es besteht Fig. ms einem geschlagenen kupfernen Ringe a, welcher an ei- 204. Stäbchen m n frei von der durch die Säule e f auf dem Fufs- le g errichteten Maschine herabhängt, und gegen welchen ehr oder weniger hoch aufgehobene Klöppel b schlägt. upferne Ring ist defswegen als tönender Körper gewählt, diese Substanz nach ITTARD's Versuchen stets gleich stark soll. Die Höhe des Aufhebens wird an den Graden des anten c d gemessen, um die Stärke des Schalles hierdurch leichmäfsig zu machen. Man belehrt dann den Patienten, dem Schlage den Finger aufzuheben, verbindet ihm die , und entfernt sich mit dem Instrumente stets weiter oder ndert den Schall so sehr, dafs ein gesundes Ohr die Fähig- es Hörens bei dem Patienten durch Vergleichung messen FREYCINET bediente sich dieses Apparates, um die Ge- ke bei den wilden Völkern zu messen.

Worin die Operationen oder die Afficirungen des Ohres en, damit es die Functionen des Hörens verrichte, dieses vollständig nur aus der Theorie der Schallwellen abgeleitet n. Hier wird es daher genügen nur im Allgemeinen zu ken, dafs die Gehörnerven durch die mechanischen Im- der Schallwellen auf eine ähnliche Weise afficirt werden, e übrigen sämmtlichen Nerven durch einen Stofs oder Druck, egen auch die Thätigkeiten des Gehörs denen des Gefühls Tastsinnes am nächsten kommen, sich zugleich aber durch ngleich höheren Grad der Feinheit auszeichnen. Die scheidung der Höhe und Tiefe der Töne wird dann be- lich durch die Zahl der in einer gegebenen Zeit das Ohr den Pulsus bedingt, die Wahrnehmung der Individualität

[1] a. a. O. S. 206.

der Töne aber (des Klanges) beruhet auf der Eigenschaft [illegible] alle die Gehörnerven gleichzeitig treffenden Schwingungen, [illegible] dafs es bisher möglich war, für beides den Unterschied in Ursache und Wirkung genau nachzuweisen. Die [illegible] mufs hiernach die, sowohl der Höhe und Tiefe als auch Klange nach verschiedenen Töne wahrnehmen können, zeigen sich hierbei viele Anomalien, deren Erklärung [illegible] eigentlich in das Gebiet der Physik, Physiologie und Psychologie gehört, und in einem hohen Grade schwierig, wovon die wichtigsten hier kurz erwähnt werden sollen.

Merkwürdig ist schon die Eigenthümlichkeit [illegible] sehen einige, namentlich hohe Töne, nicht wahrnehmen, obgleich sie die tieferen Töne vollkommen deutlich zu vernehmen. Wollaston[1] entdeckte dieses auch bei gewissen hoher, pfeifender Töne der Insecten, und seine Versuche belehrten ihn, dafs dieses Unvermögen in der Regel hoher, hauptsächlich schriller Töne sich bis zum Zirpen der Spitzmaus erstreckt, welches von einigen Individuen mehr gehört wird. Die Fähigkeit der Wahrnehmung hoher Töne erreicht also bei übrigens gut hörenden Menschen ungleich frühe ihre Grenze, wenn Wollaston den Schall, den manche Insecten, welche sich durch die Hervorbringung hoher Töne auszeichnen, z. B. die Grillen, Schnaken u. s. w. leicht diese und noch ungleich höhere Töne wahrnehmen mögen, gegen welche das Gehör des Menschen [illegible] empfindlich ist, dagegen aber die dem menschlichen Ohre wahrnehmbaren tieferen Töne überall vollkommen wahrnehmen. Auffallender ist die Erzählung von Huyghens[2], nach welcher ein Mensch bei völliger Taubheit blofs den Schall der Glocke wahrnahm, wenn diese unglaubliche Nachricht [illegible] sein sollte. Rousseau[3] kannte einen Virtuosen auf der Violine, welcher jeden falschen Ton im Orchester genau angeben konnte, die Worte eines Redenden aber nur bei [illegible]

---

1 Phil. Trans. 1800. p. 396. Edinb. Phil. Journ. VI. 1[illegible]

2 S. [illegible] Schall.

3 Lettres s. l. musique [illegible] Lettre [illegible]

4 Blumhof's Archiv für med. Erfahrung. [illegible]

ne, welches mit Wollaston's [1] Erfahrungen über die pfindlichkeit gegen dumpfere Töne als Folge einer Ver- ung der Luft in der Paukenhöhle übereinstimmt, indem letztere in dem erwähnten Falle vermuthlich durch Ver- ng der Eustachischen Röhre herbeigeführt war. Auch raanus [2] erwähnt ein ihm bekanntes Frauenzimmer, wel- fertige Clavierspielerin war und viel musikalisches Gehör , sich beim Reden aber nur vermittelst eines Hörrohrs un- ten konnte. Rudolphi [3] findet die Ursache dieser Er- ung darin, dafs die Töne der Instrumente viel einfacher e der menschlichen Stimme sind, wogegen man allenfalls nden könnte, dafs das Hörrohr die Töne nicht einfacher , sondern blofs verstärkt. Inzwischen bleibt auf allen ausgemacht, dafs das Verstehen der Worte eines Reden- n weit mehr zusammengesetzter Proceſs ist, als das ein- Hören der Töne eines Instrumentes, nur begreift man nicht ch, wie das Hörrohr hierbei Hülfe gewähren konnte, da ch sein Brausen den Schall meistens noch verwickelter . Itard [4] kannte Personen, welche an der Unterhal- nicht Theil nahmen, aber Musik liebten und im Orchester elten, dagegen andere, denen Musik und Gespräch nur rworrenes Getöse schien, obgleich sie einzelne, selbst Töne sehr gut wahrnahmen. Ungleich häufiger als diese ten seltenen Ausnahmen sind Beispiele von Menschen, n die Höhe und Tiefe der Töne nicht unterscheiden, da- ch singen und spielen und ungleich hohe Töne verwech- wie unter andern J. A. H. Reimarus dieses von sich selbst [5]. Ueberhaupt findet man eine genaue und scharfe Un- eidung der Töne nur bei der geringeren Zahl der Men- , und in der Regel wird eine Fertigkeit hierin nicht leicht anhaltende Uebung und Anstrengung erworben.

Eine sonderbare und seltene Anomalie des Hörens ist die annte *paracusis Willisiana*, wenn sehr schwerhörige

---

a. a. O.

Biol. VI. 323.

Physiol. II. 152.

a. a. O. S. 207.

J. A. H. Reimarus Anm. zu H. S. Reimarus Allgemeine Be- ungen über d. Triebe d. Thiere. 4te Aufl. Hamb. 1798. 8. S. 257

Personen Töne von mittlerer Stärke nur vermittelst eines gleich-
zeitigen starken Geräusches von Trommeln, Glocken u. s. w.
wahrzunehmen vermögen. Willis [1] hat zuerst zwei Beispiele
dieser Art beschrieben, das eine von einer Frau, welche nur
dann sich unterhalten konnte, wenn eine Trommel neben ihr
geschlagen wurde, wozu sie sich deſswegen, um ihre Gesch
selbst zu besorgen, eine Magd hielt; das andere von einem
Manne, welcher blos während des Geläutes der Glocken hö
Holder [2] erzählt zwei ähnliche Fälle von einem Manne, w
cher nur neben dem Getöse einer Trommel hörte, und von
nem andern, welcher in einem rasselnden Wagen fahrend
am leichtesten unterhalten konnte. Eben so erzählt Bachm
von einer Dame, welche in einem Wagen fahrend oder
Geräusche mehrerer Instrumente am besten hörte, und Fin
von einem 13jährigen Schuhmacherknaben, welcher nur
genau reden hörte, wenn das Sohlleder auf dem Steine mit
nem Hammer geschlagen wurde. Die Ursache dieser auffa
den Erscheinung liegt wohl ohne Zweifel in der vermind
Reizbarkeit der Nerven, welche die Anspannung des Ha
bewirken, um die Gehörknöckelchen in die zur Wahrn
des Schalles erforderliche Lage zu bringen. Ist letzteres
einmal durch einen stärkeren Reiz geschehen, so werd
Töne mit gröſserer Leichtigkeit wahrgenommen [3].

Endlich giebt es Fälle, in denen der Gehörnerv nur f
wisse Töne empfänglich, übrigens aber unthätig ist, wie
unter andern aus den am 19ten Febr. 1802 in der Sch
Taubstummen zu Paris angestellten Beobachtungen [4] h
geht, indem einige der Taubstummen an den scharfen
einer mit dem Bogen gestrichenen Glasplatte, andere an
einer sogenannten Stahlharmonica auffallendes Behagen
Uebrigens sind völlig taube Personen nicht selten in der
der Herzgrube empfindlich gegen starkes Geräusch [7], a

1 De anima Brutorum Lugd. 1676. 4. p. 99.

2 Phil. Trans. 1668. T. II. 665.

3 Diss. de effectibus Musices in hominem. Erlang. 1792. 8.

4 Richter chirurg. Bibl. IX. 555.

5 Vrgl. K. T. Menke zu Trampel a. a. O. p. 111.

6 S. Moniteur.

7 Bouvieas Des-Mortieas Mém. sur les Sourds-Muets de
sance. Par. an VIII.

ll genügend constatirt von einer Frau, welche bei völli-
ubheit sich mit einer Magd im Dunkeln recht gut un-
en konnte, und alles verstand, was diese sprach, wenn
die Hand auf die Brust legte [1].

in sehr heftiger Schall, z. B. beim Abfeuern des groben
ützes, pflegt die Empfindlichkeit des Hörens nicht blofs
wachen, sondern selbst den Gebrauch dieses Sinnes auf
e oder längere Zeit gänzlich aufzuheben. Ob die Ursache
n in einer Abstumpfung der Nerven durch den zu heftigen
lege, oder in einem zu starken mechanischen Drucke,
er Gehörknöchelchen gegen die Feuchtigkeit des ovalen
s, oder in einer sonstigen Veränderung des Gehörappa-
hierüber wage ich für jetzt nicht zu entscheiden, auch
t es mir überflüssig, die hierüber aufgestellten wenigen
hesen weiter zu erwähnen.

lan unterscheidet die schallenden Gegenstände durch die
lualität des Tones (den Klang), welchen sie hervorbrin-
n welcher Hinsicht das Urtheil im Allgemeinen sehr ge-
d richtig, und bei vorzüglicher Uebung selten trügend
Veit weniger ist dieses der Fall bei der Bestimmung des
od der Entfernung schallender Körper, und die mannig-
i Täuschungen durch diesen Sinn sind so viel auffallen-
mehr man die durch ihn gewährte Genauigkeit der Be-
mgen mit denen vergleicht, welche der Sinn des Gesichts
t, ja man darf im Allgemeinen fast sagen, dafs es kaum
h ist, aus dem gehörten Schalle den Ort und die Entfer-
les schallenden Körpers zu bestimmen. Rücksichtlich der
nung findet nicht wohl eine genaue Messung statt, weil
en physikalischen Grund giebt, worauf sich ein Urtheil
hefse, indem der einzig denkbare, nämlich die Stärke
halles, wegen vielfacher Nebenbedingungen keinen festen
en unterworfen ist. Blofs die menschliche Stimme beim
, insbesondere wenn dieses von bekannten Personen und
Nahe geschieht, kann mit grofser Genauigkeit rücksicht-
s Ortes und der Entfernung bestimmt werden, und ab-
he Schwächung und Verstärkung des Tones bei den
ednern erzeugt daher die Vorstellung einer gröfseren oder

---

[1] Prescher vieljährige Erfahrungen über die Gehörfehler der
mmen. Kiel 1802. S. 32.

geringeren Entfernung der vermeintlich redenden fremden Person, worauf eine Hauptbedingung der Täuschung beruhet. Auch die Bestimmung des Ortes, wo der schallende Körper sich befindet, ist sehr schwer, und vielen Täuschungen unterworfen, welche nicht allezeit auffallen, weil man vielfach die schallenden Gegenstände dahin setzt und nach dem Schalle da zu erkennen glaubt, wo man ohnehin weifs, dafs sie sich befinden. Als physikalischer Grund dient hierbei die Stärke oder gleichsam die Schärfe der Schallwellen, denn obgleich man annimmt und in vielen Fällen mit Recht, dafs die Schallwellen sich von schallenden Körper aus nach allen Seiten hin mit gleicher Stärke ausbreiten, so haben doch die neuesten Versuche von Weber gezeigt, dafs sie unter Umständen nach gewissen Richtungen hin ungleich schärfer sind, als nach andern, und namentlich sind sie kenntlich stärker von einem Redenden, wenn er dem Hörenden zugewandt, als wenn er von ihm abgewandt ist, weil im ersteren Falle die zwischen beiden befindliche, den Schall fortleitende Luftsäule in der Oberfläche des Gesichts einen dem Schall verstärkenden Widerstand findet. So erzählt Dutens ein Beispiel von einem Blinden, welcher im Zanke mit seinem Bruder diesem einen ergriffenen Gegenstand an den Kopf warf. Zugleich liegt aber eine Ursache zu vielfachen Täuschungen darin, dafs man den schallenden Gegenstand dahin setzt, wo die stärksten Schallwellen zum Ohre gelangen. So wird man in Zimmern den Schall am vollkommensten durch offene Fenster oder Thüren hören, und daher leicht geneigt seyn, den tönenden Körper in diejenige Richtung zu setzen, von welcher die stärksten Schallwellen zum Ohre gelangen. Beweise hierfür mitzutheilen, wäre überflüssig, da einem jeden die Erfahrung gewifs Fälle genug angiebt, in denen mehrere Personen in dem nämlichen Zimmer einem schallenden Gegenstande durchaus verschiedene Oerter anwiesen.

Ein sehr wirksames Mittel zur Bestimmung des Ortes schallender Körper, wenn der Schall, ohne Unterbrechung durch feste Gegenstände, in gerader Richtung zum Ohre gelangt, ist im gleichzeitigen Gebrauche beider Ohren. Nach den Ver-

---

1 Vrgl. *Schall; Fortpflanzung durch d. Luft.*

2 Zenne's Belisar. Berl. 1822. S. 15.

Venturi's [1] kann man bei verbundenen Augen und ohne Kopf zu bewegen mit beiden Ohren nicht unterscheiden, Schall von vorn oder von hinten kommt. Diese Behaupt- steht indefs im Widerspruche mit den unzweifelhaft rich- Beobachtungen Kerner's [2], wonach man dieses allerdings beiden kann, nicht aber, wie dieser zugleich behauptet, einer Fortleitung des Schalles durch die Knochen des ls, sondern nach Treviranus [3] wegen des ungleichen ens der Schallwellen durch das äufsere Ohr. Beim Dre- Kopfes wirkt der Schall auf das eine Ohr stärker als auf re, und es läfst sich hiernach seine Richtung bestimmen. eine Ohr verstopft, so scheint der schallende Gegenstand m offenen Ohre gegenüber zu seyn, so lange der Kopf wenn dieser aber bewegt wird, so erscheint der Schall stärker, je mehr die gerade Richtung desselben auf das mal ist, worauf dann eine Bestimmung seines Ortes ge- werden kann. Befindet sich der schallende Körper an chten Seite eines Menschen, welcher ihn mit beiden Oh- nd verbundenen Augen hört, und dieser verstopft allmälig chte Ohr, so wandert der Schall in einem Halbkreise um Hinterkopf, nie um die Stirn, nach der linken Saite [4], wel- Treviranus [5] von der Lage der Gehörwerkzeuge mehr dem Hinterkopfe als nach der Stirn hin ableitet. Aus diesen ist es leicht zu erklären, dafs so manche Ohren- ungen, namentlich der *Bauchredner*, der *redenden Köpfe*, genannten *unsichtbaren Frau* (*invisible girl*) u. a. so möglich sind [6].

Aufser den eigentlichen Krankheiten des Ohrs giebt es auch hafte Affectionen des Hörens. Dahin kann gerechnet wer- nicht sowohl das schon erwähnte Unvermögen, die hohen wahrzunehmen oder die verschiedenen Töne überhaupt terscheiden, welches eigentlicher für eine Schwäche des vermögens zu halten ist, als vielmehr die vorüberge-

---

[1] Voigt's Mag. II. St. 1. S. 1.
[2] Reil's u. Autenrieth's Archiv. IX. 361.
[3] Biologie. VI. 337.
[4] Kerner a. a. O.
[5] Biologie a. a. O.
[6] Vrgl. *Schall.*

henden krankhaften Zustände des Ohres, in denen nach Itard's [1] Berichte hohe Töne einen undeutlichen und verworrenen, oder auch einen unerträglich widerlichen Eindruck hervorbringen. Zuweilen leidet nur das eine Ohr an diesem Fehler, und der Patient hört nach Verstopfung desselben wieder richtig. Zwei Beispiele von Doppelthören, welche Sauvage erwähnt, wobei in einem Falle zugleich der Ton selbst und auch dessen Octave gehört wurde, vermehrt Ittard [2] mit einem dritten, wobei jedes Ohr einen verschieden hohen Ton beim Reden hörte. Vom Falschhören giebt es dagegen viele Beispiele, indem bei den verschiedenen Leiden der Gehörwerkzeuge sehr leicht ein Singen oder Summen, ein Pfeifen, Brausen u. s. w. sowohl periodisch, als auch anhaltend wahrgenommen wird, ohne Zweifel in Folge einer krankhaften Affection des Nervenapparats, zur grofsen und höchst unangenehmen, durch längere Dauer wenig oder gar nicht verminderten Beschwerde der Leidenden [3]. Interessanter sind die sehr seltenen Fälle der Gehörphantasieen, wovon Horaz [4] ein Beispiel eines Mannes anführt, welcher im leeren Theater eine Tragödie zu hören glaubte. Mehrere ähnliche Fälle erzählt Kortum [5]; aber wenn das Ohrentönen überhaupt nur eine Täuschung der Phantasie, und nicht durch Krankheiten des Gehörs herbeigeführt ist, so zeigt es in diesen, zum Glück seltenen Fällen allezeit Geisteszerrüttung an [6].

Abgesehen von dem Eindrucke, welchen die Verbindung mehrerer Töne, oder die Harmonie auf die Menschen macht, eine Untersuchung, welche in das Gebiet der Aesthetik gehört, wirken auch einzelne Laute oder Arten von Geräusch mannichfaltig, nehm auf gewisse Individuen, und in Zuständen allgemeiner Nervenaffectionen oder bei sehr reizbaren Personen oft bis zur Erregung krampfhafter Erscheinungen, einzelne Beispiele

---

1 a. a. O. S. 200.

2 a. a. O. S. 202.

3 Ittard a. a. O. S. 185.

4 Epist. II. 2. 128.

5 Beiträge zur praktischen Arzneiwissenschaft. Göt. 1786. S. 272.

6 Ittard. S. 189.

synkrasieen nicht gerechnet, welche in das Gebiet der Medi-
gehören, und hier nicht weiter erörtert werden können. *M.*

Geist.

Spiritus; esprit; *spirit.* Hieruntet verstanden die
en Chemiker flüchtigere, durch Destilliren gewisser Körper
thaltende, meistens tropfbar flüssige Materien, welche theils
saure Natur haben, wie Vitriolgeist, Salzgeist, Salpeter-
, Essiggeist, Ameisengeist, theils eine alkalische, wie Sal-
geist, Hirschhorngeist, Harngeist, theils zu den brennba-
organischen Verbindungen gehören, wie Weingeist, ver-
r Salzgeist, versüfster Salpetergeist, Terpenthingeist u. a.
G.

Geographie.

beschreibung; *Geographia;* Géographie;
graphy.

Der Name Erdbeschreibung drückt sehr gut aus, was diese
nschaft zu leisten bestimmt ist, sie soll uns nämlich über
was die Erde, den Planeten welchen wir bewohnen, betrifft,
en. Die Geographie wird in die *mathematische, physische*
olitische eingetheilt. Die letztere, welche blofs von dem
lt, was durch menschliche Einrichtungen hervorgegangen
on den verschiedenen Völkern, von den Grenzen ihrer
plätze, und den Gebieten verschiedener Fürsten, von der
ler Städte u. s. w., gehört nicht weiter in unsre, blofs
turkunde betreffende, Betrachtung.

Die *mathematische* Erdbeschreibung handelt von der Ge-
Gröfse und Lage der Erde im Weltraume. Sie schliefst
n die Astronomie an, indem sie zeigt, warum wir die Erde
en um die Sonne laufenden Planeten anzusehen haben,
ie wir ihre Lage im Sonnensysteme, die Gröfse ihrer Bahn
. bestimmen. Sie lehrt ferner die Gestalt und Gröfse der
ennen, und zeigt uns, dafs die Ausmessungen der Erde,
die Bestimmung der in verschiedenen Puncten ihrer Ober-
wirkende Schwerkraft, die Erde als sphäroidisch kennen
haben. Die Bestimmung der Lage jedes Ortes auf der

Erde nach geographischer Länge und Breite ist ihr Geschäft; und indem sie die Lage der Erdaxe gegen die Ebene ihrer Bahn bestimmt, setzt sie uns in Stand, die Abwechselung der längern oder kürzern Tage an jedem Orte, die Verschiedenheiten in der Erscheinung des Aufgangs und Untergangs der Gestirne zu bestimmen, und die damit in Verbindung stehende Verschiedenheit der Jahrszeiten zu erklären. Endlich gehört zur mathematischen Geographie auch noch die Theorie der Landcharten oder die Darstellung der Erd-Oberfläche in Zeichnungen. Alle diese Gegenstände sind theils unter besondern Titeln, theils im Artikel *Erde* umständlich abgehandelt.

Die *physische* Erdbeschreibung hat den Zweck, uns mit der natürlichen Beschaffenheit der Erde bekannt zu machen, und die Erscheinungen, welche sich uns auf ihren Ländern und Meeren darbieten, zu erklären. Die Frage, wie diejenige Bildung der Erd-Oberfläche entstanden sey, die uns jetzt Berge und Thäler, feste Länder und Meere darbietet, gehört in das Gebiet der physischen Erdbeschreibung, und wird auch wohl unter dem eigenen Namen der *Geogenie* oder *Geologie* abgehandelt, indefs ist dieser Gegenstand so sehr in Dunkel gehüllt, dafs die Hypothesen über die Bildung der Länder, die Art, wie die verschiedenen Gebirgs-Arten entstanden sind, immer sehr unsicher bleiben werden, wenn gleich selbst Beweise einer höchst wesentlich von dem jetzigen Zustande abweichenden Beschaffenheit der Erde in früherer Zeit vorhanden sind, und namentlich das Hervorgehen eines grofsen Theils unserer festen Länder aus dem Meere ganz offenbar ist. Noch weniger Belehrung als über die Ausbildung der jetzigen Oberfläche dürfen wir wohl über die Natur des Innern der Erde hoffen, indefs können wir die mittlere Dichtigkeit der Erde bestimmen, und wenigstens über das Innere der Erde einige allgemeine Schlüsse ziehen, und diese Bestimmungen, so weit sie erhalten sind, gehören zur physischen Erdbeschreibung. Der Hauptgegenstand derselben aber macht die genaue Beschreibung des jetzigen Zustandes der Oberfläche der Erde aus, und die Erklärung der Phänomene, welche sich uns, als die ganze Erde oder grofse Theile ihrer Oberfläche angehend, zeigen. Die festen Länder und Inseln, das Meer und die Atmosphäre bieten uns zahlreiche Erscheinungen dar, deren Aufklärung wir von der physischen Geographie fordern. Sie mufs uns die La-

r, die Bergketten, die sich in ihnen finden, die Flüsse
lufsgebiete beschreiben, die Höhe der Berge, die Höhe
schaffenheit der ausgedehnten Ebenen angeben, sie mufs
e Naturmerkwürdigkeiten der einzelnen Länder, die Glet-
nd Lavinen der Schweitz, die Höhlen und die merkwür-
Felsenbildungen Schottlands, die Wasserfälle, die heifsen
n und Springbrunnen z. B. Islands, die Vulcane, die
Gebirgsmassen der Andes und des Himlaja; die Sand-
Africas, die Steppen Asiens u. s. w. kennen lehren.
nicht blofs diese Beschreibung fordern wir von ihr, son-
elbst die innere Bildung der Gebirge, die Lagerung der
arten, die Gesetze, nach welchen diese angeordnet sind,
uns angeben. Die Natur-Erscheinungen der feuerspeien-
rge, der Erdbeben, das Entstehen der durch Temperatur
estandtheile ausgezeichneten Quellen soll sie erklären und,
glich, von der Ursache jedes einzelnen Phänomens Aus-
eben.

Eben so mannigfaltige Gegenstände bietet das Meer der phy-
n Erdbeschreibung dar. Die Tiefe desselben und die Un-
heiten seiner Tiefe, der Salzgehalt und die Temperatur
eerwassers, die Meeresströme und ihre Entstehung, die
und Fluth, und die Erklärung der Ungleichheiten, welche
in verschiedenen Gegenden darbieten, die Entstehung des
in den Polargegenden und die merkwürdigen Mannigfal-
ten, welche sich dabei zeigen, sind alles hieher gehörige
stände.

Auch die Meteorologie, die nichts anders als eine Beleh-
über die Erscheinungen in der Atmosphäre enthält, gehört
hysischen Geographie. Die Bestimmung der mittleren
e jeder Gegend, die Frage, wie diese von der geographi-
Breite, von der Höhe des Ortes über dem Meere, und
ehrern Umständen abhänge, wie sich darnach die Linie
er Wärme, (Isothermlinie) bestimmen, wie diese Ver-
lenheit des Klimas das Wachsen gewisser Pflanzen begün-
oder hindre, und so durch die Natur selbst eine Grenze
umwuchses u. s. w. bestimmt sey; die Frage, in welcher
sich in irgend einer Gegend zu allen Jahrszeiten Schnee
t, *(die Schneelinie)*; die Frage nach der Abnahme der
e in der Höhe, nach den Ungleichheiten der Sommerwär-
nd Winterkälte in verschiedenen Gegenden, gehören hier-

her und machen einen eignen Zweig der physischen Erdbeschreibung, die *Klimatologie* aus. Ebenso sollten aus der Meteorologie besonders die Fragen als hieher gehörig angesehen werden, welche sich an die geographische Lage der Orte anschliefsen: warum die Aenderungen des Barometerstandes in der heifsen Zone geringer sind als in den gemäfsigten und kalten Zonen, warum es gewisse Gegenden giebt, die einen stärkern Wechsel des Luftdruckes zeigen, als andre, die in gleichen Breiten liegen, warum gewisse Meere durch furchtbare Orkane ausgezeichnet sind. Auch die Angabe der Ursache, warum periodische Winde in gewissen Districten herrschen, warum periodische Regen gewissen Gegenden eigen sind, warum einige Gegenden durch häufig wiederkehrende Regen fruchtbar gemacht werden, während andre durch unaufhörliche Dürre fast ganz unbewohnbar sind, warum die Regenzeiten auf eine bestimmte Weise von der Jahrszeit abhängen und die Beantwortung zahlreicher andrer Fragen, gehört hieher.

Ein eben so wichtiger Gegenstand ist die magnetische Beschaffenheit der Erde, die Bestimmung ihrer magnetischen Pole, der Linien gleicher Abweichung, gleicher Neigung, gleicher magnetischer Kraft; die sich daran anschliefsende Untersuchung über die Nordlichter u. s. w.

Die Kenntnifs der Erde hat sich sehr langsam ausgebildet. Was den theoretischen Theil der Geographie betrifft, so konnten Untersuchungen über die Gestalt und Gröfse der Erde nicht eher statt finden, bis Mathematik und Astronomie hinreichend ausgebildet waren, und an die Fortschritte dieser hat sich auch eine Ausbildung der mathematischen Geographie sogleich angeschlossen. Schon Anaximander soll (540 J. vor Chr.) Charten von den bekannten Ländern zu zeichnen versucht haben. Eratosthenes hat (250 J. vor Chr.) die Gröfse der Erde zu bestimmen gesucht, und Aristoteles hatte schon hundert Jahre früher gelehrt, dafs die Erde rund sey. Eine recht gute Kenntnifs der mathematischen Geographie finden wir bei Ptolemäus. Dieser rühmt besonders Hipparch als denjenigen, der für mehrere Orte schon regelmäfsige Bestimmungen der Polhöhe angegeben habe, und hatte von Marinus aus Tyrus zahlreiche Ortsbestimmungen vor sich, die er jedoch zum Theil berichtigen zu müssen glaubte. Ptolemäus (150 nach Chr.) zeigt, dafs er die Bestimmung der Lage der Orte durch astronomische Hülfs-

kannte, giebt eine brauchbare Anleitung zum Darstellen der ıder in Charten auf eine der Kugelform der Erde angemessene ise, und weifs die Klimate richtig anzugeben, nämlich die enden der Erde zu bestimmen, wo die längsten und kürze- Tage eine bestimmte Länge haben u. s. w. [1].

Die spätere genauere Untersuchung; über die Gestalt und fse übergehe ich hier, da der Art. *Erde* schon alles Wichtige ält.

Die *physische Erdbeschreibung* zog zwar auch in den älte- Zeiten die Aufmerksamkeit der Reisenden und der Natur- cher auf sich; aber bei der überhaupt höchst mangelhaften ntnifs der Natur konnte man keine grofse Fortschritte in der- en machen, besonders da unvollkommen beobachtete Erschei- gen und das Wiedererzählen von unbegründeten, oft fabel- n, Nachrichten in vielen Fällen gänzlich irre leiten mufsten. fs haben Aristoteles, Strabo, Seneca und hauptsäch- Plinius doch schon manchen schönen Beitrag zur Kennt- der Naturbeschaffenheit der Länder geliefert. Die spätern nden haben nach und nach zwar immer neue Beiträge hin- fügt, aber oft auch, vielleicht durch Vorliebe für das Wun- re getrieben, manche fabelhafte oder doch der Wahrheit genau entsprechende Erzählung mitgetheilt, und dadurch igen Vorstellungen Anlafs gegeben. Erst in neuern Zeiten nan angefangen, bei den Reisen in entfernte, und selten hte Gegenden auf bestimmte physikalische Gegenstände ugenmerk zu richten. Die Reisenden, die sich auf diese e um die physische Erdbeschreibung verdient gemacht ha- alle zu nennen, würde eine schwierige Aufgabe seyn; aber solche Reisen, die neben der Vermehrung der Länderkunde diesen Zweck hatten, mufs ich doch erwähnen. Die Reisen ondamine und Bouguer nach Peru, des Maupertuis Lappland haben aufser der Kenntnifs der Gestalt der Erde noch manche andere Gegenstände der physischen Erdbe- ibung aufgeklärt. Die frühern Reisen in die nördlichen Gegen- aben zur Kenntnifs des Erdmagnetismus sehr wichtige Bei- geliefert, und Halley's Reisen waren ausdrücklich diesem ke und ähnlichen Untersuchungen gewidmet. Bei der Reise

---

[1] In seiner Geographie, wo er auch für einzelne Orte diese Be- ung mittheilt.

Niebuhr's und seiner Begleiter nach Aegypten und Arabien (1770) war die Untersuchung der natürlichen Beschaffenheit dieser Länder ein Hauptzweck. Cook hatte auf seinen Reisen die Welt ausdrücklich zu diesem Zwecke Naturforscher mitgleitern, und bei allen spätern gröfsern See-Expeditionen man in den Instructionen, die man den Befehlshabern auf diesen Zweck gesehen, und Krusenstern, Flinders, Besby, Parry, Hall, Freycinet und andre haben sich sentliche Verdienste in dieser Hinsicht erworben. Von Humboldt's Reise in America war vorzüglich diesem Zwecke gemet, und hat bekanntlich unsere Kenntnisse auf eine zeichnete Weise bereichert. Den von den Engländern stalteten Untersuchungen verdanken wir die Kenntnifs der sten, bis dahin unbekannten, Berge auf der Erde; die kungsreise der Engländer in Nordamerica, der Russen in lichen Asien, die Entdeckungsreisen in das Innere Africa's, uns über zahlreiche Gegenstände richtigere Kenntnisse und sehr vielen einzelnen Reisenden verdanken wir tige Vermehrung unsrer physikalischen Kenntnisse.

Die Länderkunde machte ebenfalls in den frühern langsame Fortschritte. Theils waren die Reisen bei fsen Unvollkommenheit der Schifffahrt, und bei den fast steiglichen Hindernissen, welche gänzlich unwegsame und wilde, jedem Fremden feindlich gesinnte Reisenden entgegengestellten, höchst mühsam und theils konnten, ehe so viele näher liegende Bedürfnisse digt waren, wissenschaftliche Untersuchungen nicht menschlichen Bemühungen werden, theils gingen die angestellten Untersuchungen einzelner Reisenden Mittheilung verloren und die Entdeckungen des einen nicht genug mit denen des andern verglichen, durch gänzt und berichtigt werden, theils sind auch die gemachten und in jener Zeit allgemeiner bekannt Entdeckungen nur unvollkommen auf uns gekommen, che Entdeckung mag uns ganz unbekannt seyn.

Unter den uns bekannten Völkern haben die *Phönicier* entferntere Weltgegenden kennen gelernt. Doch scheinen Erbauung Carthago's (900 vor Chr.) nur das Schwarze Meer, chenland und die Küsten des Mittelländischen Meers ihnen gewesen zu seyn. Die Reise des Himilco (550 vor Chr.

lie erste Entdeckungsreise in die nördlichen Gegenden ange-
n [1], und die durch den ägyptischen König Necho (670 vor
) veranstaltete Beschiffung der Küsten Africa's scheint zuerst
Kenntnifs der Erde südwärts erweitert zu haben. Die Kennt-
der Küsten Africa's wurden (etwa um 500) durch Hanno's
e [2] vervollständigt. — Ob die Phönicier auch damals schon
land kannten, ist nicht ganz gewifs.

Die geographischen Kenntnisse der *Griechen* waren in der
esten Zeit auf die nächsten Gegenden beschränkt, der Argo-
enzug (1300 v. Chr.) machte ihnen einen Theil des Schwar-
Meeres bekannt; indefs fehlen uns aus jener Zeit vollstän-
Nachrichten, um die Grenzen ihrer Kenntnisse genau zu
theilen. Herodot (450) besafs schon viel vollständigere
ntnisse. Der Feldzug des Darius gegen die Scythen hatte
ehr genaue Kenntnifs der Küsten des Schwarzen Meers und
nördlich daran grenzenden Gegenden zur Folge, die wir
Herodot finden.

Dieser kannte Persien sehr genau, er kannte Aegypten, wo-
t er sich eine Zeitlang aufhielt, und war von manchen Gegen-
Indiens und den Bewohnern derselben unterrichtet; eben
r ihm die Nordküste Africa's und ein Theil der westlichen
bekannt, aber weniger gut kannte er die Nordseite des
ländischen Meeres. Das Zinnland und Bernsteinland war
ner Zeit entdeckt, aber Herodot's Kenntnifs davon er-
t als sehr unvollkommen. Scylax (400 vor. Chr.) kennt
mehr von den nördlichen Küsten des Mittelländischen
s, aber aufserhalb desselben sind auch seine Kenntnisse un-
tend.

Ythεas Entdeckungsreisen [3] scheinen die damaligen Kennt-
ehr erweitert zu haben; er besuchte die Nordküsten Galli-
as schon als Zinnland früher unvollkommen bekannte Eng-
und ein sehr nördlichliegendes Thule, wo die Sonne am
en Tage nicht unterging. Die spätern Schriftsteller führen
't an, und nur durch sie kennen wir seine Entdeckungen [4].

Bruchstücke davon sind mitgetheilt von Rufus Festus Avienus
ritima.

Geographiae vet. scriptores minores ed. Hudson. Tom. I

Um die Zeit Alexander's des Grofsen

Vorzüglich aus Strabo, der sich oft auf ihn beruft.

Durch Alexander's Siege wurden die geographischen Kenntnisse der Griechen sehr erweitert, indem ein grofser Theil des mittleren Asiens und selbst ein Theil Indiens ihnen bekannt wurde [1]. Diese Kenntnisse wurden durch die spätern Kriege in Bactrien, durch Megasthenes, der von Seleucus Nicator nach Indien gesandt wurde, und durch den unter den Ptolemäern angeknüpften Seehandel mit Indien erweitert, und erstreckten sich bis an den Ganges, auf den Küsten der Halbinsel diesseits des Ganges, und bis Ceylon.

Eratosthenes (250 vor Chr.) sammelte kurz nach dieser Zeit die vorhandenen geographischen Nachrichten, und wies jedem Volke und jedem bekannten Orte seinen richtigen Platz anzuweisen. Strabo hat aus seinem, jetzt nicht mehr vorhandenen Werke geschöpft. Er hat die östlichen Gegenden Afrika's bis zum Ursprunge des Nils gekannt, dagegen aber das Südliche Meer unrichtig beschrieben, und es weniger gut als Hipparch gekannt [2].

Wie die Eroberungen und die Kriege der Römer zur Erweiterung der Länderkunde beitrugen, ist aus der Geschichte dieses Volkes bekannt. Ihre Kriege mit Carthago, (der zweite 210 v. Chr.) (der dritte 145 v. Chr.) die theils in Spanien, theils in Africa geführt wurden, lehrten sie diese Länder kennen. Die Kriege in Numidien (120 v. Chr.), Caesar's Besiegung Gallien und seine Siege in Britannien (50 v. Chr.) und ebenso die in Asien, und andern Gegenden geführten Kriege erweiterten sehr ihre Kenntnisse. Nicht blofs Spanien, Gallien, Britannien, Italien und die Gegenden an der Donau, welche den Römern unterworfen waren, nicht blofs das zum Römischen Reiche gehörende Nordafrica und Aegypten, so wie Kleinasien, sondern auch von Deutschland, den Ländern an der Weichsel, vom Innern Africa's und den entfernteren asiatischen Ländern war kurz nach dem Anfange unserer Zeitrechnung den Römern manche richtige und genaue

---

1 Ἀξξιανου ἱστορ. ἀναβάσεως Ἀλεξάνδρου Βιβλ. ζ. Rennel's memoires of a Mapof Hindostan.

2 Rennel's System der Geographie Herodot's; Gosselin Kenntnifs der Alten v. d. Westküste und Ostküste Africa's über den Handelsverkehr der Alten mit Indien, mit Anm. v.

nmen [1]. Strabo [2] (zur Zeit der Geb. Chr.) hat uns
ich von den damaligen geographischen Kenntnissen un-
t, und Plinius [3] nebst Seneca [4], so wie die Geschicht-
r geben reiche Beiträge dazu: Ptolemaeus [5] (150 Jahre
r.) hat sich insbesondere durch eine Sammlung aller zu
den Ortsbestimmungen verdient gemacht, und seine aus
richten abgeleiteten Längen - und Breiten - Angaben, die
in den entfernten Gegenden oft erheblich von der Wahr-
weichen, zeigen uns doch den Umfang der damaligen
unde. Um nur ungefähr die Grenzen seiner Länder-
n bezeichnen, ist es genug anzuführen, dafs selbst aus
einzelne Flüsse, Vorgebirge und Orte angegeben und
egenseitigen Lage nach bestimmt werden, dafs er selbst
nern und nördlichen Deutschland, von den Gegenden
Weichsel und noch östlichern Gegenden Nachrichten be-
als in Africa das innere Libyen und Aethiopien vorkom-
nd dafs er zahlreiche Ortsbestimmungen aus Indien dies-
d jenseits des Ganges anführt [6].

elbst in der Zeit, wo die Wissenschaften sonst wenig
ldet wurden, kurz vor und kurz nach dem Untergange
adländischen Reichs ist die Geographie doch nicht ganz
dassigt worden, wie des Jornandes (352 nach Chr) [7] und
von Ravenna [8] (im 6. Jahrh.) Schriften zeigen. Auch die
Peutingeriana scheint unter Theodorich aus einer ältern
ntworfen zu seyn.

e späteren Entdeckungen lassen sich nun wohl am besten

Vermuthlich grofsentheils durch Kaufleute, die sich sogar in
nd wohnhaft niederliefsen. Tac. Ann. II. 62.

Strabonis Geographiae libri XVII. ed. Siebenkees - Tschucke;
ören de fontibus geographicorum Strabonis.

in. historia naturalis. ex recens. Franeii.

aecae quaest. natur. ed. Ruhkopf.

ol. Geographia, beste Ausgabe in dem Theatro Geogr. v.
Ueber die von ihm benutzten Quellen u. s. w. vergl. Kausz
alte Geogr. II. 79.

Mannert's Geographie der Griechen und Römer, 8 Bände.

r Geographie d. Griechen und Römer. Kausz's Archiv. für
raphie.

rebus Geticis.

onymi Ravennatis de Geographia libri V. Paris. 1688.

übersehen, indem wir die einzelnen Gegenden durchgehn, welche sie betreffen. Das den Alten fast gänzlich unbekannte nördlichste Europa ward durch die Seefahrten der Normänner bekannt.

Die Nachrichten davon hat König Alfred (880)[1] gesammelt; durch ihn, durch Warnefried (820) und später durch Adam von Bremen (1070) wissen wir, dafs den Normännern Irland, die Faröer Inseln, die Schottländischen und übrigen Inseln in der Nähe Schottlands, Island und Grönland theils schon 9. Jahrhundert bekannt waren, theils im 10. bekannt wurden. Missionäre, die bis an die Grenzen Rufslands gelangten, brachten eine vollständigere Kenntnifs der Ufer der Ostsee nach dem nördlichen Europa. Auch Landcharten hat man in dieser Zeit gemacht.

Die Kenntnifs der westlichen Gegenden Asiens, besonders Palästina's, wurde durch die Wallfahrten und später durch die Kreuzzüge unterhalten und erweitert. Viel genauer aber waren in dieser Zeit die Araber mit jenen Gegenden, so wie mit Nordafrica bekannt, und ihre Geographen, Massudi (950), Al Edrisi (1150), Ebn al Uardis (1232), besonders Abulfeda (1329)[2] enthalten über die damalige Kunde von diesen Ländern belehrende Nachrichten. Etwas später fingen auch europäische Reisende an, den Orient zu besuchen, und Marco Polo der (von 1270 bis 1294) in den asiatischen Ländern machte, Odorich von Portenau, (1330) Mandeville und Balletti brachten wichtige Nachrichten nach Europa. Letztere besuchte China, Pegu, Bengalen, Borneo, Sumatra, Ceylon, die Küste Coromandel und andere Gegenden Indiens und Persiens, und erzählt auch von andern, nicht von ihr selbst besuchten Ländern. Später (1403) brachte der an Timur abgesandte Clavijo Nachrichten aus Asien.

Im funfzehnten Jahrhundert zeichneten die Portugiesen sich durch Entdeckungen zur See aus, die besonders durch die Entdeckbegierde Heinrich's des Seefahrers vermehrt wurden. Madera wurde 1420, die Azorischen Inseln 1432 entdeckt, nach und nach weiter untersuchte westliche Küste Africa's von Diego Cam 1484 bis zur Küste Congo beschifft, und Bartolome Diaz erreichte das Vorgebirge der guten Hoffnung.

---

1 In seiner Beschreibung des Nordens von Europa.

2 Abulfedae annales moslemici arab. et lat. Hafniae. 17[illegible]

3 Ramusius de navigatione III voll.

loffnung, hier einen Seeweg nach Indien zu finden, veran- 1497 die Aussendung des Vasco de Gama, der 1498 r Malabarischen Küste landete. Sehr bald wurden nun die des östl. Africa, und auch Indien selbst genauer bekannt. Portugiesen eroberten 1510 Goa, kamen 1518 nach Benga- 1516 nach China, 1542 kam Anton de Mota nach Japan, man kurz nachher Missionäre schickte [1]. Diese vermehr- e Kenntnisse von jenen Gegenden, wurden aber in Japan ihre Herrschsucht und Einmischung in die Politik so ver- , dafs 1616 die Christen ausgerottet und damit die Verbin- mit diesem Lande fast durchaus abgebrochen wurde.

Christoph Columbus Entdeckung von America, auf dessen er zuerst am 8. Oct. 1492 landete, gab dem geographi- Entdeckungsgeiste eine ganz neue Richtung. Obgleich päter behauptet hat, dafs schon Nachrichten von Seefah- die in America gelandet seyn sollen, in Europa bekannt en wären, ehe Columbus hinkam [2], so ist doch dieses so ifs, dafs man keinen Grund hat, irgend jemandem an- s dem Columbus die Ehre der Entdeckung beizulegen [3], nus selbst untersuchte auf mehreren Reisen die Inseln und die Küsten des festen Landes von America (im August

Kurz nach Columbus erster Reise entdeckte Cabot dland und Labrador (1497), Vespucci und Ojeda Bra- (1501 bis 1503), die Spanier Panzon, Cortez und andre weiter in das Innere America's ein, und eroberten ganze des neuen Welttheils. Magellan entdeckte (21. Oct. die südliche Spitze America's und die in den unbekann- nen führende *Magellansstrafse;* er durchschiffte diesen Ocean, den er, weil ihn keine Stürme trafen, den stillen nannte, und entdeckte die Philippinischen und andere

ie weitern Entdeckungen in America mufs ich hier über-

---

[1] Eine vollständige Darstellung dieser ältern Entdeckungen giebt n's Geschichte der wichtigsten Entdeckungen bis 1542. Halle 1792.

Vergl. Spreneel a. a. O. S. 210. 228.

[2] Nach von Zach. Corr. astr. VIII. 105. sind die vollständigsten chten enthalten in: Codice diplomatico Colombo-Americano, ossia di documenti originali inediti, spettanti alla Scoperta dell'America. rgl. auch Robertson's History of America.

gehen. Die Kenntniß der vielen Inseln des stillen Meeres, verdanken wir meistens den in Art. *Erde* angeführten Umschiffungen der Erde. Verschiedene Theile Neuhollands wurden 1616 von Hartigh, 1642 von Tasman aufgefunden, aber erst in spätern Zeiten ist dieses große feste Land, besonders durch Cook und einige französische und englische Seefahrer seinem ganzen Umfange nach bekannt geworden; vom Innern kennen wir noch erst einen kleinen Theil in der Nähe der englischen Colonien. Die Weltumsegelungen Byron's, Wallis's, Cook's, Laperouse's, Baudin's, Krusenstern's, Kotzebue's, Freycinet's und anderer hatten theils ausschließlich, theils wenigstens neben andern Zwecken die Bestimmung, uns mit den Ländern und Inseln des stillen Meeres bekannt zu machen, und dieser Zweck ist auch in hohem Grade erreicht [1].

Eine andere Reihe wichtiger Entdeckungsreisen verdient hier erwähnt zu werden, nämlich die nach den nördlichen Gegenden der Erde. Ist gleich der Zweck, eine nordwestliche Durchfahrt nördlich von America, oder eine nordöstliche Durchfahrt nördlich von Asien zu finden, unerreicht geblieben, so verdanken wir doch diesen Untersuchungen eine sehr erweiterte Kenntniß jener Gegenden und Küsten. Die Gegenden nördlich von America untersuchten vorzüglich Forbisher (1567 bis 1577), Davis (1585 bis 1587), Hudson (1607—1610), Bylot und Baffin (1615); späterhin gab man die Hoffnung eines glücklichen Erfolges auf, und erst in den neuesten Zeiten haben Ross und Parry, und vorzüglich Parry in drei verschiedenen Reisen die Küsten und Meerarme in jenen Gegenden wieder untersucht. Auch die Landreisenden Hearne, Franklin und andere haben uns mit jenen Polargegenden näher bekannt gemacht, und Scoresby die Küsten des seit Jahrhunderten nicht besuchten Ostens von Grönland wieder betreten. Unter denen, welche nördlich von Asien hinzuschiffen suchten, und bis nach Nova Zembla vordrangen, will ich nur Barentz und Ney (1594) nennen. Zwei Jahrhunderte später untersuchten Phipps und Cook [illegible] die nordöstliche Spitze Asiens und die nordwestliche Küste von America's in ähnlicher Absicht genauer, und Russische Reisende haben zu Lande die Nordküste Asiens genauer bestimmt.

---

1 Burney chronical history of the Discoveries in the south Sea. Lond. 1803.

Das innere Africa ist, ungeachtet der Bemühungen von
r, Mungo Park, Hornemann u. a., und der mit etwas
Erfolg ausgeführten Reisen Klapperton's, doch noch im-
in grofses unbekanntes Land, obgleich unsre Kenntnisse
ll, sowohl vom Vorgebirge der guten Hoffnung aus, als
Aegypten her, von Norden her, von Sierra Leona aus,
ach und nach immer um etwas erweitert haben.

Das südliche Eismeer wurde 1774 von Cook durchschifft,
ie etwa dort liegenden Länder zu entdecken; aber er fand
nbedeutende Inseln, etwas glücklicher ist Weddell [1] ge-
, der in 61° südl. Breite mehrere schon von Smith gese-
Inselgruppen (1823) näher untersuchte und bis zum 74½°
reite gelangte [2]. *B.*

A Voyage towards the South Pole, by James Weddell. London 1825.
Unter den Schriftstellern über die Geographie verdienen wohl
lich genannt zu werden: Mallet allgemeine oder mathematische
ribung der Erdkugel. Aus dem Schwed. von Röhl. Greifsw. 1774.
's Anleitung zur math. und phys. Kenntnifs der Erdkugel; übers.
tner. Göttingen 1755. Bergmann's physikal. Erdbeschreib. übers.
hl. Greifsw. 1791. Otto's Versuch einer physikalischen Erd-
ibung. Erster Theil. Hydrographie. Berlin 1800. Kant's phy-
Geographie. 4 Bände Mainz bei Vollmer. — Weniger zu em-
s ist eine andre Ausgabe von Rink (Königsberg 1802.) Kru-
's Beiträge zur Hydrographie der grofsen Oceane. Leipzig.
Malte-Brun Abrifs der allgemeinen Geographie, (der erste
enthält eine Geschichte der geogr. Entdeckungen.) Leipz. 1812.
's Erdkunde im Verhältnifs zur Natur und zur Geschichte. Ber-
818. Kries Lehrbuch der mathemat. Geographie. Leipzig 1827.
's Erdbeschreibung. Gaspari's vollst. Handbuch der neuesten
schreibung. Weimar. 1797. 1802. Gaspari's Lehrbuch der Erdbe-
bung in 2 Cursen, Weimar 1817. 1818. Auch ist Martiniere's Atlas
anzen Welt. Leipzig 1744 immer noch ein sehr belehrendes Werk.
ie Reisebeschreibungen, so wie die Beschreibungen einzelner Län-
n Beziehung auf ihre natürliche Beschaffenheit, sind so zahlreich,
s unmöglich ist, auch nur die wichtigsten hier anzuführen. Die
glichsten Sammlungen von Reisen findet man verzeichnet in Ersch's
tur der Geschichte und ihrer Hülfswissenschaften. S. 152. 154.
In diesen füge ich noch: General History and Collection of Voya-
and Travels, arranged in systematic Order, forming a compleat
ry of the Origin and Progrefs of the Navigation, Discovery and
merce by Rob. Kerr. Journal des Voyages, ou Archives géogra-
es par Veneur et Frievilla.

Geologie.

Theorie der Erde; *Geologia*; Géologie; *Geology.*

Unter Geologie versteht man im weiteren Sinne zuweilen den ganzen Inbegriff dessen, was zur physikalischen Geographie oder Naturgeschichte der Erde gehört, also die Untersuchungen über Ursprung, Veränderungen und physische Beschaffenheit der Erde; oft aber wird blofs die Kenntnifs der Erdkruste und ihrer allmäligen Ausbildung darunter verstanden. Folgt man dem gegen dem gangbarsten und mit Recht auf diese Weise zu [illegible] renden Sprachgebrauche, so gehört zur physischen Geogra[phie] blofs die Untersuchung der physischen Beschaffenheit der [Erd]oberfläche, indem die Kenntnifs der Gröfse und Gestalt der [Erde] der mathematischen, die statistische Eintheilung der Länder [und] der politischen *Geographie* anheimfällt [1]. Die genauere Kenntnifs der ganzen Erde und ihrer Bestandtheile dagegen wird [von] zwei wissenschaftlichen Disciplinen begriffen, nämlich der *Geo[logie]* und der *Geognosie*. Dieser lezteren Wissenschaft [einen] besondern Artikel zu bestimmen scheint mir überflüssig, [sie] begreift im engeren Sinne die historische Kenntnifs des [Erd]kerns und der Erdkruste, wovon ein kurzer Abrifs [unter] *Erde* mitgetheilt ist. Die Geologie dagegen beschäftigt sich [mit] den Untersuchungen des Ursprunges und der allmäligen Ver[ände]rungen unserer Erde, wovon jener Theil auch wohl *Geo[gno]sie* oder *Geogenie*, dieser dagegen *Geschichte* der Erde [und] ihrer Veränderungen genannt wird. Vorzugsweise ist zwar [in] sächlich in den neuesten Zeiten die Geognosie in einem [aus]ordentlichen Umfange und mit sehr grofsem Fleifse bear[bei]allein auch die Geologie bildet einen, auf die Geognosie [in] sächlich gestützten, eben so interessanten als ausgebreiteten [Zweig] der Naturwissenschaft, und kann zwar in seiner ganzen [Ausdeh]nung nicht in das Gebiet der Physik gezogen werden; [sind] aber die gesammten dahin gehörigen Untersuchungen auf [physi]kalische Gesetze gestützt sind, oder mindestens mit diesen [in] innigsten Zusammenhange stehen, so scheint es mir nicht [unnö]thig, wenigstens die Hauptsachen in der Kürze etwas [näher] zu betrachten.

---

1 Vergl. Art. *Géographie.*

Die Geologie zerfällt in drei Hauptabtheilungen, und un-
cht darin zuerst den Ursprung und die Entstehung der Erde,
die anfängliche, urweltliche Gestaltung derselben und end-
die vorgeschichtlichen und geschichtlichen Veränderungen
Oberfläche. Bei der anfänglichen Bearbeitung dieser Wis-
haft entstand eine chaotische Verwirrung hauptsächlich da-
, dafs man alle diese drei Theile vereinigte, und indem
meisten Gelehrten, welche sich damit beschäftigten, bei gro-
Mangel an den hierzu erforderlichen positiven Kenntnissen
mehr aus ihrer Phantasie supplirten, so kamen statt genü-
er Aufklärungen fast ausschliefslich nur geologische Romane
Vorschein, bis man es überdrüssig wurde, diesen noch
e Zeit und Aufmerksamkeit zu widmen. Man verliefs da-
n den neuesten Zeiten jenes dunkle Gebiet der Untersuchun-
iber den Ursprung und die uranfängliche Ausbildung des
alles, und bemühete sich vielmehr, vor allen Dingen vor-
diejenigen Veränderungen der Erdkruste näher zu erforschen,
denen noch jetzt unverkennbare Spuren aufzufinden sind.
ern aber viele der älteren Meinungen gegenwärtig nur noch
s geschichtliches Interesse haben, scheint es mir der leich-
Uebersicht wegen am angemessensten, die drei einzelnen
le zu trennen, und das wesentlichste darunter gehörige kurz
mmenzustellen,

A. Ursprung der Erde.

Die Untersuchungen über den Ursprung der Erde können
Natur nach kaum isolirt seyn, sondern werden meistens
enen über den Ursprung der ganzen Welt verbunden, und
en dann zur *Kosmologie*. Diese letztere Wissenschaft ist uralt,
natürliche Folge des Bestrebens der Menschen, den Anfang
Dinge, die Schöpfung der Welt, zu der sie gehören und
ie bewundern müssen, zu erkennen; und so erklärt es sich
leicht, warum bei den ältesten und bei nicht sehr wissen-
lich gebildeten Völkern kosmologische Systeme gefunden
en. Sie liegen indefs alle aufser dem Gebiete der Physik,
er Naturforschung überhaupt, und blofs die *Mosaische* ver-
wegen ihrer Verbindung mit der höchstwichtigen Lehre
Monotheismus, an welche selbst und deren Begründung
nig geknüpft ist, und die sie gleichsam voraussetzt, auch

da nicht übersehen zu werden, wo die Philosophie der Natur sich das Problem über den Ursprung aller Dinge zu betrachten vornimmt [1].

Die mosaische Kosmogonie und Geogenie ist ohne Widerrede die beste unter allen Versuchen dieser Art, und läfst die letzteren insgesammt weit hinter sich zurück. Anstatt dafs andere nach einer schwachen menschlichen Philosophie ein Chaos, eine Urmaterie oder Uratome, annehmen, aus welchen dann die Entstehung der Dinge durch unbekannte Kräfte erfolgt, deren Ursprung aber diesemnach ein neuer Gegenstand der Untersuchung werden müfste, rückt die biblische Urkunde das ganze Problem sogleich aus dem Gebiete der rationalen Forschung in das des religiösen Glaubens, wohin es für den beschränkten menschlichen Verstand ganz eigentlich gehört. Sie sagt: Gott *schuf*, und um hierbei sogleich jeder weiteren Frage zu begegnen, giebt sie zugleich das Wodurch und Woraus dieser göttlichen Schöpfung an, indem es heifst: *durch sein allmächtiges Wort und aus nichts.* In der geschaffenen Welt wurde auch der Erde ihr Platz angewiesen, ihre Ausbildung erfolgte, gleichfalls durch den allmächtigen Willen des Schöpfers, in Tagen (Zeiträumen, deren Länge unbestimmt bleibt), bis sie zum Wohnplatze solcher Wesen geeignet war, welche sogleich von Anfang an den alleinigen Gott aus seinen Werken erkennen und anbeten sollten. Wie die Welt entstanden sey, sollten sie nicht erforschen wollen, denn ihr Ursprung war früher als der des menschlichen Geschlechtes, und wär aufserdem das Werk eines allmächtigen Schöpfers, also für den endlichen Verstand des Menschen unfafsbar. Die Schöpfung der Welt gehört hiernach also in das Gebiet des Glaubens, sie gehört der Religion an; das Gebiet der Naturforschung beginnt erst später, ist auf die schon vorhandenen Dinge beschränkt, und erstreckt sich nicht weiter, als bis wohin Schlüsse aus Beobachtungen reichen. Ihre Untersuchungen können daher dem Ansehn der biblischen Urkunde keinen Abbruch thun (wie die theologische Facultät von der Hypothese Buffon's, jedoch nur anfangs, glaubte), insofern die

1 Die ältesten Kosmologieen findet man ausführlich vorgetragen in den gröfseren Werken über die Geschichte der Philosophie. Über die Urwelt und das Alterthum, erläutert durch die Naturkunde, von H. F. Link. Berl. 1821. 2 Th. 8. I. 268.

cht in ihrem Bereiche liegt, und es war daher ein auffal-
Fehler mancher Naturforscher, dafs sie dieselbe mit in
osmologischen und geogenetischen Hypothesen zu ver-
n suchten [1].

s folgt aus diesen Betrachtungen, so wie auch schon dar-
lafs die bisherigen Beobachtungen die Grenze des Weltalls
eineswegs erreicht haben [2], dafs es für die Naturforschung
weder eine Kosmogonie noch auch in gewissem Sinne
eogenie giebt, sofern sich letztere nämlich auf die uran-
he Entstehung der Erde bezieht. Die einzige Frage, wel-
der äufsersten Grenze des Gebietes der Naturforschung
noch als zulässig erscheinen kann, ist die, aus welchen
denen Bestandtheilen blofs unser Planet, die Erde, und
lche Weise diese anfänglich aus jenen zusammengesetzt,
enn man will, entstanden seyn möge; aber auch hierüber
s nur einige wenige, einer näheren Betrachtung würdige
lesen, und keine Theorie wird sich auch jemals über das
lypothetische zu erheben im Stande seyn. Viele ältere
steller liefsen indefs auch hierbei ihrer Phantasie ein so
piel, dafs LICHTENBERG von ähnlichen Versuchen durch
fsel der Satyre abzuschrecken für gut fand. Unter dem
Geologische Phantasieen [3], zählt dieser nicht weniger
fzig Hypothesen auf, unter denen neun Zehntel wo nicht
schichte der Erde, doch zur Geschichte des menschlichen
gehörten. So wie man auf der Erde Seethiere finde,
ne Spur von See, so finde man in diesen Erklärungen
sionen ohne Spur von Prämissen, und bei manchen schie-
Gesetze des Denkens eben so aufgehoben zu seyn, wie
OODWARD bei der grofsen Erdrevolution die Gesetze der
e und des Zusammenhanges einstweilen suspendirt wor-
ren. Man wird daher auch hier über diesen Gegenstand
Vollständigkeit erwarten, welche nur ermüdend seyn
, noch eine Widerlegung des blofs Hypothetischen, weil
as oft gar nicht widerlegt werden kann.

Vergl. J. J. GABLER's neuer Versuch über d. mosaische Schö-
geschichte. Altorf 1795. 8. Moses und David keine Geologen,
POTT. Berl. 1799. 8.

Vergl. H. W. BRANDES Unterhaltungen für Freunde d. Physik
stronomie, 2. Hft. Leipz. 1826. 8. 147.

Götting. Taschenb. für 1795. 8. 79.

Cartesius [1] war nach dem Wiederaufleben der Wissenschaften der erste, welcher über den Ursprung aller Dinge philosophiren anfing; indem man seit der Verbreitung des Christenthums sich damit begnügt hatte, die Schöpfung der Welt durch Gott aus dem Nichts ohne Weiteres anzunehmen. Nach ihm existirte eine chaotische harte Urmasse, welche der Schöpfer durch seine Allmacht zerschlug und in Bewegung setzte. Durch das Abreiben der Theile aneinander, als Folge dieser Bewegung entstanden die drei Elemente, aus welchen die einzelnen Theile der Welt gebildet wurden, nämlich eine feine ätherische Materie, kleine kugelförmige Theilchen und gröbere eckige; aus jener ersteren entstanden die Sonne nebst den Fixsternen, die zweiten machten den Aether oder die Materie der Wirbel aus, die dritten endlich gaben den Stoff zu den Planeten und Kometen. Die Erde war anfangs ein Stern mit einem eigenen Wirbel, aber mit vieler grober Materie vermischt, welche natürlich eine ganz dunkle Rinde darum bildete, aus welcher, wie jetzt das innere Centralfeuer nur an einigen Stellen hervorbricht. So wurde sie von dem Wirbel der Sonne ergriffen und mitgerissen. Die gröbsten Theile des dritten Elementes stürzten zuerst nieder, und bildeten die Erde nebst dem Wasser. Auch die feineren Theile des dritten Elementes, welche in dem Wasser lagen, nicht ganz von den gröberen befreit werden konnten, so wuchs von ihnen über dem Wasser ein Berg zusammen, welches endlich zusammenstürzte, und die zackige Oberfläche der Erde bildete.

Dieser, allerdings seltsamen, der Atomenlehre von Leucipp, Epicur und Democrit [2] noch nachstehenden, Schöpfungstheorie läfst sich nur noch eine zweite hinzufügen, welche in etwas abgeänderter Gestalt von mehreren Gelehrten vorgetragen wurde, und nicht ganz die Willkür der Cartesischen trägt. Newton nahm an, es könne eine ätherische Urmasse im Weltraume existirt haben, aus welchen die einzelnen Himmelskörper, aus verschiedenen Bestandtheilen bestehend, niedergeschlagen worden, so dafs namentlich auch bei der Bildung der Erde die homogenen Bestandtheile zu den verschiedenen Körpern vereinigt wurden.

1 Principia Philos. Amst. 1685. 4. Opp. Lib. II.

2 Ihre Systeme werden meistens in der Geschichte der Philosophie abgehandelt. Vergl. auch P. Bayle Dict. Hist. et Crit.

3 Birch History of the Royal Soc. III. 280.

olche urweltliche Materie glaubten mehrere, namentlich
rr, vorzüglich Herschel [1] in den Nebelflecken, insbe-
e in dem grofsen schon von Huygens im Knie des Orion
kten, als noch im Weltraume vorhanden, wiederzufinden,
t la Metherie [2], seit den frühesten Zeiten ein lebhafter
ger dieser Meinung, glaubte sogar diese Hypothese bei
aminen zu finden, deren von Strabo [3] erwähntes *Akasch*
anders als jener Aether seyn soll. Weit umfassender, da-
auch in ungleich geregelterer und wissenschaftlicherer
ng I. Kant [4] diese Hypothese vor, und hierdurch er-
ieselbe sehr allgemeine Verbreitung, obgleich jener be-
Philosoph nicht der eigentliche Erfinder derselben ist,
ich aus dem Vorhergehenden ergiebt, dafs die rohe Idee
früher existirte. Kant gesteht selbst zu, dafs seine
ese mit der Lehre Epicur's, Lucipp's, Democrit's und
's von allgemein verbreiteten Uratomen einige Aehn-
t habe, und von manchen leicht in das Gebiet der Träu-
n verwiesen werden könne; inzwischen lag es ihm vor-
daran nachzuweisen, dafs die Erde nicht isolirt und
m durch einen Zufall an ihren Ort geschleudert im Welt-
existire, sondern dafs ein gewisser Zusammenhang des
ngs und der Bewegung zwischen den sämmtlichen Him-
rpern im unermefslichen Weltraume stattfinde. Nach sei-
nung sollte also die feine ätherische Materie überall im
verbreitet gewesen seyn, aus deren einzelnen Massen
Sonnensysteme absonderten und, wie nachher Herschel
esetzt hat, noch ferner absondern können [5]. Namentlich
r Bildung unsers Sonnensystems dachte er sich eine sphä-
he Anhäufung dieser Urmasse, aus welcher sich durch
ung der Theilchen zuerst die Sonne bildete, um welche
lie in ihre Axendrehung mit hineingezogene Masse anfangs
nt existirte. Allmälig aber wurden hieraus einzelne Ku-

Journal de Phys. LXXV. 121.

Leçons de Geologie, Par. 1816. III Tom. 8. T. I. S. 1. ff.
Geogr. Lib. 15.

Allgemeine Naturgeschichte u. Theorie des Himmels u. d. W. Vierte
318. 8. Die erste Aufl. erschien 1755.

W. Herschel über den Bau des Himmels. Königsb. 1791. 8.
schel sämmtliche Schriften von J. W. Pfaff. Bd. I. Bode astron.
1788. u. 1794.

gelzonen in ungleichem Abstande vom Mittelpuncte des Centralkörpers durch das bloſse Gesetz der mit Gewiſsheit nachgewiesenen Anziehung abgesondert, welche sich in unbestimmbaren Zeiträumen zu den jetzt bestehenden Planeten nebst ihren Trabanten vereinigten, und diesemnach ihre ursprüngliche Bewegung unter gewissen, aus der Natur der Sache nothwendig folgenden Modificationen beibehielten, indem namentlich die Geschwindigkeit des Umlaufes um den Centralkörper mit der Entfernung nach einem gewissen constanten Gesetze abnehmen müsse.

Es scheint mir überflüssig, noch weiter nachzuweisen, wie Kant sehr sinnreich diese Theorie der bekannten Beschaffenheit unsers Sonnensystem's angepaſst hat, indem dieselbe sich [illegible] nicht über das Gebiet einer wahrscheinlichen Hypothese erhebt, und eben so wenig scheint es mir nöthig, die zahlreichen Anhänger derselben namhaft zu machen, welche ihr hauptsächlich wegen des berühmten Namens ihres vermeintlichen Erfinders beipflichteten, ohne sie jedoch zu erweitern oder durch neue Momente fester zu begründen. Ohne sie zu kennen, wie mir [illegible] im höchsten Grade wahrscheinlich ist, äuſserte auch Franklin ähnliche Ideen, aber vor allen verdient La Place genannt zu werden, welcher dieselbe aufs Neue in Ansehn gebracht hat. Dieser groſse Geometer wurde hauptsächlich durch die Gleichheit des Umlaufes aller Planeten um ihren Centralkörper, die Sonne, zu der Vermuthung gebracht, daſs diese durch die anfängliche Bewegung der weit sich hinerstreckenden Sonnenatmosphäre herbeigeführt seyn könne, aus welcher sich die Planeten mit ihren Trabanten in regelmäſsig wachsenden Abständen gebildet haben möchten [2]. Auch La Grange erklärt sich jedoch nur im Allgemeinen, für die Möglichkeit einer Entstehung der Planeten aus gasförmigen kometarischen Stoffen [3].

---

1 Transact. of the Amer. Phil. Soc. at Philad. T. III. N. [illegible] Jahre 1793.

2 Exposition du systéme du monde. 5me ed. à Par. 18[illegible]. 8. II. 433.

3 J. de Phys. 1812. Mars.

B. Urbildung der Erde.

ngleich zahlreicher ist die Reihe derjenigen Schriftsteller, e ohne Rücksicht auf die Schöpfung der Welt die Entste- nd uranfängliche Gestaltung der Erde zum Gegenstande Untersuchungen machten, und die Bildungsart derselben der minder hoch hinauf verfolgten, dabei auch mitunter ihnsten Hypothesen und gewagtesten Voraussetzungen rschmähten, um ihren Theorien einigen innern Zusam- ng zu verschaffen. Indem ich die wichtigsten derselben itheile, scheint mir eine Widerlegung und selbst eine Prüfung der meisten ganz unnöthig.

HOMAS BURNET[1] bezieht die durch ihn ungebührlich ge- e Schöpfungsgeschichte der Bibel blofs auf die Bildung r Erde, welche anfangs eine chaotische Masse von aller- terien war. Die schwereren Stoffe sanken nieder und bil- len Kern, um welchen sich das Wasser und darüber die mmelte. Aus letzterer fielen die erdigen und öligen herab, die Luft bekam ihre Durchsichtigkeit wieder (es cht), und es war die alte Erdrinde, ohne Berge und , der glückliche Aufenthalt der Menschen, vorhanden. 00 Jahren zerrifs diese Rinde von der Sonne vertrock- ürzte in das Wasser und nahm eine Menge Luft mit, h das Meer noch höher gehoben wurde, und alles Le- anf der Erde vertilgte (die Sündfluth). Allmälig zog Wasser in unterirdische Räume zurück, verliefs einen er eingestürzten Rinde, und es erhoben sich Berge und als neuer Aufenthalt NOAH's und der mit ihm geretteten hen und Thiere. Die Theorie mufste Beifall finden, weil en der Erklärung einiger geognostischer Erscheinungen enge an die mosaische Urkunde anschlofs, indefs erhielt r bald durch KEIL[2] eine sehr gründliche Widerlegung.

it WILLIAM WHISTON läfst sich eine Hypothese anfan- elche bis auf die neuesten Zeiten in ihrem wesentlichsten noch Anhänger findet, und unter allen durch die triftig- ünde unterstützt werden kann. WHISTON[3] nahm an, die

1

Telluris theoria sacra. cet. Lond. 1816. 4.

Examen theoriae telluris a Burneto editae. Oxon. 1698. 8.

A new Theory of the earth. Cambridge 1708. 8.

Erde sey anfangs ein Komet gewesen, dessen allmälige Ausbildung in der mosaischen Urkunde in der Art beschrieben wird, dafs die dort genannten Tage vielmehr Jahre von unbestimmter Dauer seyen. Die Bildung der Erdkruste und ihre Umwandlung durch die Sündfluth soll dann fast ganz nach Buffon's Ideen erfolgt seyn, nur mit dem Unterschiede, dafs das ursprüngliche Wasser der Erde aus dem angezogenen Schweife des Kometen niedergeschlagen wurde, und auch später ein genäherter Komet die Gewässer der Sündfluth theils aus seinem Schweife hergegeben, theils aus der geborstenen und zum Theil auch noch Höhe gehobenen Erdkruste angezogen haben sollte, wodurch dann die spätere unebene Gestalt der Erdoberfläche entstanden wurde.

Als ein Anhänger dieser Theorie in ihrer eigentlichen Gestalt möge hier nur Wiedeburg [1] genannt werden, nach dessen Ansicht die Erde erst ein Sonnenfleck, dann ein Komet, endlich vom Schöpfer in ihre jetzige Bahn gerückt wurde, nebst dem planetarischen Laufe auch ihre veränderte Gestalt erhielt. Allein es mufs, der grofsen Aehnlichkeit wegen, zu dieser Hypothese auch die Meinung derjenigen angeschlossen werden, welche die Erde als ein Conglomerat von Meteorsteinen ansehen, eine Idee, welche in den neuesten Zeiten durch neue Thatsachen so bedeutende Unterstützung erhalten hat, dafs sie ungleich mehr Beachtung verdient, als ihr anfangs zu Theil wurde. Eigentlich war Chladni um 1792 der erste, welcher nachwies, dafs im Weltraume sich bewegende Körper auf die Erde herabfielen [2], und nachdem diese lange bestrittene Hypothese endlich zur evidenten Gewifsheit erhoben war, suchte C. W. und E. F. L. Marschall v. Bieberstein [3] wahrscheinlich zu machen, dafs die Planeten und ihre Trabanten wohl ein Conglomerat solcher im Weltraume schwebender Massen zusehen seyen, insbesondere aber dafs man viele, nament-

---

1 Neue Muthmafsungen über Sonnenflecken, Kometen und erste Geschichte der Erde. Gotha 1776. 8.

2 G. XIX. 257. Vergl. *Meteorsteine u. Feuerkugel.*

3 Untersuchung über den Ursprung und die Ausbildung der gegenwärtigen Anordnung des Weltgebäudes. Giefsen u. Darmst. 8. M. Cor. XI. 341.

eine, Berge auf unserer Erde als von Aufsen auf dieselbe
hleudert zu betrachten habe. Diese zunächst nur aus der
ge einzeln zerstreuter Berge und das zerrissene Ansehen vieler
ethürmter Felsmassen hergenommene Hypothese wurde
s von den Erfindern derselben, aufserdem aber hauptsächlich
h v. Zach in mehreren Abhandlungen[1] weiter ausgebildet und
grofsem Scharfsinne den Beobachtungen auf der Erde und
Himmel, so wie den bekannten physikalischen Gesetzen
paſst. Zugleich aber liegt bei allen diesen Vorstellungen in
sser Hinsicht das Sytem der Neptunisten zum Grunde, in-
selbst oft von den gegenseitigen Anziehungen der wässeri-
Theile dieser im Weltraume schwebenden Massen geredet
und von dieser Seite dürfte sich die Hypothese nur schwer
em gegenwärtig fast allgemein gangbaren Systeme der Vul-
en vereinigen lassen. Ein ganz anderes Ansehen gewinnt
be dagegen, wenn man sie nach dem letzteren modelt, wo-
sie selbst eine neue Stütze erhält und diesem wiederum
er bedeutenden Unterstützung dient. Indem dieses alles
er neuesten Zeit angehört, so verspare ich es lieber bis
hin.

or allen Dingen aber darf ich nicht unterlassen, der ge-
gen Einwendungen zu gedenken, welche in gewisser Be-
; auch dieser Hypothese entgegengestellt sind. Es ist
ar nicht bekannt, dafs irgend jemand die Möglichkeit ei-
reinigung mehrerer Meteorsteinmassen in Zweifel gezogen
was denn auch, genau genommen, nicht füglich angeht.
n aber findet nach der Ansicht vieler eine sehr auffal-
ehnlichkeit zwischen den Kometen und vielen Feuerku-
t, welche letztere grofse Meteorolithen auf die Erde fal-
n, insbesondere zwischen solchen, welche in sehr gro-
fernung von der Erde beobachtet worden sind. Es hat
r schon früher Lambert[2] ganz bestimmt gegen die
; erklärt, dafs ein Komet jemals in einen Planeten um-

---

on. Cor. VIII. 3; 208. X. 221; 411.

smologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues.
1761. 8. Besser mit Weglassung der Brieform u. abgekürzt:
lu Monde, par M. Lambert; publié par M. Merian. Berl.

gewandelt werden könne [1], und später hat La Place [2] sich gleichem Sinne hierüber so ernstlich ausgesprochen, dafs bei gewichtigen Autoritäten niemand leicht wagen wird, einen diese Weise gleichsam verpönten Satz weiter auszusprech Da es aber einmal unumstöfslich gewifs ist, dafs keine Aut tät ohne vorgebrachte Gründe von Gewicht seyn kann, so merke ich hierüber Folgendes. Lambert sowohl als auch Place nehmen den aufgestellten Satz, dafs aus einem K ein Planet werden solle, in seiner gröfsten Einfachheit, und bleibt es dann wohl ohne Widerrede gewifs, dafs eine ger und der genauen Berechnung unterliegende kometarische niemals an und für sich in eine planetarische verwandelt w könne. Dagegen hat aber der neue sogenannte Enke'sch met eine von der planetarischen kaum abweichende Bah beweiset somit, dafs zwischen beiden kein absoluter Unte statt findet. Aufserdem aber unterliegen die Kometen tenden Störungen, wodurch ihre Bahnen sehr geändert w und namentlich haben die Astronomen, worunter La P selbst ist, bereits anerkannt, dafs der bekannte Komet welcher nach Lexel's und anderen Berechnungen e rigs Periode haben müfste, durch die Störungen des J nen ganz veränderten Lauf angenommen habe. Kann Komet auf diese Weise durch einen Planeten ganz Bahn gerissen werden, so mufs er auch der fortge ziehung desselben so weit folgen können, dafs er z ihn stürzt [4]. Was aber durch eine Planetenmasse mufs auch mit Rücksicht auf die ungleichen Kräfte ver

---

1 Lambert a. a. O. S. 52 sagt: c'est l'absurdité de ceux qui veulent, que les planètes ne soient que des c tournées de leur première route, et refroidies.

2 Système du Monde. II. 440.

3 Exposition du Système du Monde 5me ed. Par. 18 S. II. 61. La Place hält es auch für möglich, dafs die Kometen sich in den Raum zerstreue; allein kann sie sich so gut im Raume wieder vereinigen?. S. ebend. I. 236. II.

4 La Place Syst. du Monde II. 443. giebt zu, dafs wenn sie zur Zeit der Bildung der Planeten in den Wirk Sonnenatmosphäre kamen, Spiralen beschreiben, und sich neten stürzen mufsten, wodurch dann ihre Bahn und Lage ihr tors von der Ebene der Sonnenbahn abweichend wurde.

n durch andere im Himmelsraume schwebende Körper
hen können, und so liefse sich also auch nach dieser Ar-
itation die allmälige Vereinigung kosmischer Massen nicht
Gebiet der blofsen Hirngespinnste verweisen, wohin es
n schon in Beziehung auf die Vereinigung der Meteor-
mit der Erde nach unbestreitbaren Erfahrungen nicht

n diese eben erläuterte Hypothese läfst sich eine andere
pfen, welche gleich anfangs hauptsächlich der interessan-
rstellung wegen, viel Aufsehen erregte, und in den neue-
iten wegen ihres nahen Zusammenhanges mit der Theo-
Vulcanisten oft erwähnt wird. Büffon [1] benutzt den Um-
dafs alle Planeten sich nach der nämlichen Seite um die
und um ihre Axe bewegen, und dafs ihre Bahnen nur
Winkel mit einander machen, zu der Vermuthung, dafs
nd dieselbe Ursache anfangs dieses bewirkt habe. Die-
h soll ein Komet schief gegen die Sonne gefallen seyn
ystel ihrer Masse abgestofsen haben. Aus den Trüm-
lieses Bruchstückes wurden die sämmtlichen Planeten ge-
erhielten durch den Stofs zugleich die Umdrehung um
xe, fingen vermöge der Gravitation ihre Umläufe um
ntralsonne an, und wurden durch die Axendrehung ge-
und abgeplattet. Insofern Büffon mit Newton die
für eine glühende Masse hielt, mufsten auch die Bruch-
nfangs im glühenden Zustande seyn, und er berechnete
s den bekannten Gesetzen des Erkaltens die den Mas-
gemessenen Zeiträume, in denen sie die späteren Verän-
en erleiden konnten. Für die Erde bestimmt er 3000 Jahre
tand des Glühens, und 34000 Jahre, bis sie so weit er-
, dafs sie noch nicht berührt werden konnte. Durch das
n entstanden, wie bei ähnlichen Massen, Löcher, wel-
ige und blasige Erhebungen, die ursprünglichen Höhlen
rgketten, auch wurden gleich anfangs die Metalle in die
gen sublimirt. Das nachherige Meer war noch ganz in
mosphäre vorhanden, weil die Erde noch wenigstens
Jahre so heifs war, dafs sie alles Wasser in Dämpfe ver-
lte. Erst nach dieser Zeit fiel das Wasser nach und nach

[1] Histoire nat. générale et particulière T. I. Mit beträchtlichen
rungen in Supplement T. IX. u. X. Par. 1778. 8.

herab, und bedeckte die Erde bis auf 12000 F. Höhe, so daſs nur die höchsten Bergspitzen hervorragten. In dem noch tiefen Meere wurden Schaalthiere in ungeheurer Menge und von anderer Art, als die jetzt lebenden, gebildet, aus deren Trümmern alle kalkartigen Fossilien und die mit Seeproducten versehenen geschichteten secundären Gebirge entstanden. Das Wasser drang allmälig in die inneren Höhlungen der Erde, und Land wurde trocken und erhielt seine ersten Bewohner, welche meistens gröſser und wegen der höheren Temperatur und stärkeren Productionskraft der Erde mitunter wahrhaft kolossal waren. Zuerst erkalteten die Polarländer, woselbst auch Bevölkerung anfing, bis sich das Wasser auch unter dem Äquator verlief, auf welche Bildungsperiode im Ganzen Buffon 20000 Jahre rechnet. Wegen der höheren Temperatur lebten Elephanten, Wallrosse und ähnliche tropische Thiere auch im hohen Norden; wo man gegenwärtig noch ihre Ueberreste findet. Endlich vollendeten partielle Ueberschwemmungen, langsame Wirkungen des Regens die immerwährende Strömung des Meeres von Osten nach Westen, Vulcane und sonstige Ursachen die Umbildung der Erdoberfläche, und gaben ihr die jetzige Gestalt. Die Erkaltung dauert übrigens stets fort, und mufs die Erde nach 93000 Jahren unbewohnbar werden.

Büffon's Hypothese hat bei weitem nicht so viele Anhänger gefunden, als man hätte erwarten sollen [1], worin sie sachlich ihre gänzliche Abweichung von der mosaischen Kosmogonie und die bald folgende weitläuftige Widerlegung derselben durch de Lüc Schuld waren. Indefs soll auch nach Heinr. Gottlob v. Justi [2] die Erde aus der Sonne entstanden seyn, und hiernach im Innern ein Centralfeuer haben, welches nach einer Arbeit von mehr als tausend Jahrhunderten die Urgebirge emporhob. Die kleineren Berge nach ihm Folgen von Ueberschwemmungen, auch nimmt er Veränderung der Erdaxe an, um die Anwesenheit der fossilen Knochen im hohen Norden zu erklären. J. E. W. Wiedeburg [3]

---

1 Ihre Unverträglichkeit mit den Bewegungen der Planeten La Place in Syst. du Monde II. 430.

2 Geschichte des Erdkörpers. Berl. 1771. 8.

3 Anwendung der Natur- und Gröfsenlehre zur Berichtigung der heil. Schrift. Nürnb. 1782. 8.

viele Mühe gegeben, dieses System ausführlich zu wi-
, hauptsächlich weil es mit der Bibel nicht überein-

h v. Leibnitz [1] mufs unter die ältesten Vulcanisten ge-
werden, denn auch nach ihm ist die Erde aus einem ge-
nen Körper entstanden, dessen Verlöschen die Schei-
s Lichts von der Finsternifs und die Epoche der Schö-
eginnt. Die durch Hitze verglasten Schlacken bildeten
e, in welcher Buckeln und Blasen, die jetzigen Berge
len, entstanden. Beim Erkalten fiel das in Dämpfen
me Wasser aus der Atmosphäre herab, lösete die Salze auf
dadurch dem Meere seine Salzigkeit. Leibnitz läfst
eichfalls durch weiteres Abkühlen die Erdrinde rissig
das Wasser sich durch die Spalten in die inneren Räume
ehen, wodurch ein Theil der Oberfläche bewohnbar
Späterhin stürzten aber einige der höchsten Theile wie-
trieben das Wasser abermals über die ganze Oberfläche
t, bis letzteres sich in andere, tiefere Höhlen zog, und
gen bewohnten Theile trocken zurückliefs. Walle-
letzte der Hypothese hauptsächlich das Argument entge-
fs sich keineswegs Spuren einer allgemeinen Verglasung
truste fänden.

Allgemeinen kann man sagen, dafs die älteren Theorieen
mehr plutonisch als neptunisch waren. John Ray [2]
Erde aus dem anfänglichen Chaos niedergeschlagen
und mit Wasser bedeckt seyn. Demnächst entstanden,
rer Act der Schöpfung, Erdbeben und vulcanische Aus-
durch welche die Berge gehoben und trocken wurden,
ser aber sich in die entstandenen Räume zurückzog.
ter wirkten Vulcane und unterirdische Feuer zur Ver-
g der Erdoberfläche, die Sündfluth aber folgte aus einer
ung des Schwerpunctes der Erde, und hinterliefs die

---

rotogea s. de prima facie telluris et antiquissimae historiae in ipsis naturae momentis. Acta Erud. Lips. 1693. Besonders g. durch Scheid. Gott. 1749. 4.

liss. de tellure olim per ignem non fluida. Ups. 1761. 4.

Physico-theological discourses concerning the primitive chaos, ral delage and the dissolution of the world. Lond. 1692. 8. 1713.

Spuren ihrer Wirkung in den vielen zum Theil mit dem Me-resboden zugleich emporgehobenen Petrefacten. Auch Hoo[k] nimmt an, dafs die mit zahllosen Seethieren bedeckten Thei des Meergrundes durch vulcanische Kräfte emporgehoben wur und nach ihrer verschiedenen Höhe die niedrigen und hohe Berge gegeben hätten, während die Ebenen durch das Zu-treten des Wassers in die entstandenen Höhlungen trocken wur den. Wasserströme, Sturmwinde und Herabstürzungen v Bergmassen vollendeten demnächst die Umbildung der Erd-fläche, auch glaubte er, wie Ray, an eine allmälige Ver-rung des Schwerpunctes der Erde, und der Richtung ihrer A Raspe [2] hat die nämliche Theorie, mit einigen Verbesse vorgezogen.

Vorzugsweise wurde die vulcanische Hypothese des Ar Lazaro Moro [3] beachtet, weil sie sehr vollständig vorg gen war, und in zwar kleinen, aber erwiesenen Thats einen Stützpunct hatte, um nicht durchaus als ein Gebild Phantasie zu erscheinen. Moro nimmt von der bekannt stehung (eigentlich Umbildung) der Insel Santorin im Jahr ingleichen des Monte nuovo bei Neapel im Jahre 1538 (a heit zu behaupten, das gesammte Festland sey durch v sches Feuer emporgehoben, und bringt diese allgem mit der Schöpfungsgeschichte in Verbindung. Im I nämlich befand sich das Centralfeuer, aufserhalb dessel eine 175 Toisen hohe Wasserschicht. Am dritten Ta der Schöpfer das Feuer wirken, welches die Rinde hob, die ursprünglichen Berge bildete. Das Feuer zerbrach d Rinde an einigen Orten, warf vulcanische Massen au woraus Schichten im Meere entstanden, letzteres aber ein zigen Geschmack erhielt und zur Erzeugung von Seethier schickt wurde. Die vulcanischen Kräfte haben inzwischen au mit geschichteten Lagen der Niederschläge bedeckten Meere noch vor dem Niederfallen der Seethiere emporgehoben,

---

1 Posthumous works. Lond. 1705. Fol.

2 Specimen hist. nat. globi terraquei, praecipue de nova o natis insulis. Amst. 1763. 8.

3 De' crostacei e degli altri marini corpi, che si trova monti; Libri due; in Venezia, 1740. 4. Neue Unters. der Ver rungen des Erdbodens von A. L. Moro, a. d. It. Leipz. 1751. 8.

e älteren geschichteten Gebirge entstänđen, statt dafs die
refacten übersäeten und die niedrigern Flächen erst spä-
h eine gleiche Ursache emporgehoben wurden. Den vul-
n Producten verdankte ferner die trockene Erdoberfläche
chtbarkeit und Kraft zur Erzeugung und Ernährung von
und Thieren. Selbst die späteren Veränderungen der
te, wodurch namentlich Thiere und Pflanzen ihren Ort
ten und beide aus tropischen Gegenden sich in Ueber-
nter hohen Breiten zeigen, leitet Moro von der fort-
en Thätigkeit der Vulcane her.

uz hiermit übereinstimmend ist die Art, wie nach Kess-
Sprengseysen[1] die Erdkruste allmälig ausgebildet seyn
r dafs dieser der mosaischen Kosmogonie treuer zu blei-
ht. Die Entstehung der Erde war daher nach ihm ganz
sie dort erzählt wird, die jetzigen Unebenheiten ihrer
he aber, namentlich die Berge, sind sämmtlich Wir-
vulcanischer Kräfte, aus denen er zugleich die gesamm-
ren Veränderungen abzuleiten sucht, von denen wir
genwärtig Spuren entdecken, und im Allgemeinen mufs
ehen, dafs die ganze Theorie mit erwiesenen That-
nigst verflochten ist, so dafs sie weit mehr Beifall ge-
ben würde, als sie wirklich erhielt, wenn die meisten
s nicht durch die scheinbare Unmöglichkeit einer zur
solcher ungeheuern Massen erforderlichen Kraft abge-
schwären. Auch Whitehurst[2] schliefst sich nach In-
Darstellungsart seiner Hypothese am nächsten den eben
alten Ansichten an. Nach ihm war die Erde anfangs ein
Chaos aus Wasser und den fein zertheilten Stoffen
per, woraus Wasser und Luft wegen ihres geringeren
es zuerst abgeschieden wurden. Die unter dem Wasser
he Oberfläche des festen Niederschlages war in Folge
ehung des Mondes und der dadurch erzeugten Ebbe
h zwar uneben, allein die Höhe der hierdurch entstan-
lügel betrug nicht über 50 Fufs. In der Folge entwik-
h im innern festen Theile der Erde das unterirdische

---

[1] ntersuchungen über die jetzige Oberfläche der Erde, beson-
Gebirge. Leipz. 1787. 8.

[2] quiry into the original state and form of the earth. Lond.
cond. ed. 1786. 4. Deutsch mit Zus. u. Anm. Leipz. 1788. 8.

Feuer, dehnte die Erdschichten aus, hob den Meeresgrund em
por, durchbrach ihn endlich, das Wasser drang in die Spal
und vermehrte die Explosionen, so dafs die emporgehobe
und fortgeschleuderten Massen sich zu den jetzigen Bergen a
thürmten. In die entstandenen Höhlungen dagegen dran
Theil des Meeres und liefs seinen Boden mit den darauf n
gefallenen Schichten als trockenes Land zurück. Diese l
Revolution ist nach Whitehurst die Sündfluth gewesen, w
che grofse Veränderungen in der Temperatur hervorbrachte
dafs sich hieraus der antediluvianische Zustand unserer Erd
die Anwesenheit tropischer Pflanzen- und Thierreste in u
chen Gegenden erklärt.

Ungleich weniger auf bekannte Thatsachen gestützt
Hypothese, welche Pallas [1] aufgestellt hat. Nach ihn
ten die hohen Granitberge allezeit Inseln aus, welche a
allgemein verbreiteten Meere hervorragten. An diese
sich Schichten mit Lagern von Schwefelkiesen, woraus d
testen Vulcane entstanden. Letztere zertrümmerten nach
Entzündung die Schichten, schmolzen und verkalkten
terien, bildeten daraus die ersten Schiefer- und Kal
erzeugten Risse und Spalten, welche sie mit Gang
Erzen füllten, und zerstörten die auf dem Meeresgrund
den Conchylien und Muschelbänke, woraus wieder
denartige Niederschläge gebildet wurden. Endlich ver
vulcanische Ausbrüche im Indischen und stillen Ocean
grofse Fluth, deren Gewässer von dorther gegen die
hängenden Bergketten von Europa und Asien strömten,
südwärts gelegenen Länder zerstörten, an den niedrigste
len der Bergketten durchdrangen, und die Ueberbleibsel
scher Thiere und Pflanzen in den nördlichen Gegenden
liefsen, bis das Wasser in die uneröffneten Canäle wie
fs. Hauptsächlich suchte Pallas die Wirkungen ein
chen von Süd und Südwest herkommenden Fluth aus d
dachung der Bergketten darzuthun, wodurch dieser
Theil seiner Hypothese eine bedeutende Unterstützung
Zu den minderwichtigen und weniger beachteten

1 Observations sur la formation des Montagnes, et les ch
ments arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. Uebers. in
Samml. zur Phys. u. Naturgesch. II.

ien Hypothesen kann auch diejenige gerechnet werden, lche Joh. Gottlob Krüger[1] aufstellte. Hiernach existirten unsere Erde drei Hauptperioden ihrer Veränderungen. Zuerst r sie vom Wasser bedeckt, in welchem die Schalthiere leb-, und der flüssige Zustand verstattete die Annahme der abge-lteten Gestalt. Dann brannte sie aus, die Conchylien wur-i durch die Einwirkung der Hitze im Schiefer und andern chmolzenen Massen begraben. Endlich wurde sie durch lbeben erschüttert, welche den Bergen, Hügeln und Sandla-ihre gegenwärtige Gestalt gaben.

Mit grofsem Beifalle wurde von vielen, die sehr ins Ein-ie gehende Hypothese des gelehrten Silberschlag aufge-mmen, welche übrigens nicht ohne Zwang ganz der mosai-n Kosmogenie angepafst ist[2]. Gott schuf also für jeden lkörper das Chaos desselben an der Stelle, welche er nach-im Weltraume einnehmen sollte. Am ersten Tage entzün-n sich die Sonnen und es begannen die Umdrehungen um Axen. Am zweiten wurde die Absonderung der Luft voll-t, das Wasser blieb auf der Fläche und im Innern erfolgte Versteinerung der gröberen Masse. Demnächst brach im sten eine ungemein elastische Kraft aus, die Wirkung des alfeuers. Es entstanden Höhlungen, und die Erde wurde rschiedenen Stellen zu ungleichen Höhen emporgetrieben, fs Berge und Hügel aus dem Wasser hervorragten, und ein Theil der jetzigen Ebenen trocken wurde, weil eine Menge Wasser in die inneren Höhlen drang, denen Silber-ag eine grofse Menge, wie Stockwerke über einander lie-und mit einem grofsen Centralgewölbe verbunden, an-t. Aus diesem Höhlensysteme wird dann sehr künstlich öglichkeit der Sündfluth nach der Theorie des Heronsbrun-rklärt, und aus beiden die allgemeine Verbreitung der acten abgeleitet. In jenen Höhlen sollen nämlich anfäng-ie Conchylien gelebt haben, und durch das hervordrin-Wasser fortgeschwemmt seyn, auf welchem die jetzt so

---

Geschichtc der Erde in den ältesten Zeiten. Halle 1746. 8.
Geogenie, oder Erklärung der mosaischen Erderschaffung nach l. u. math. Grundsätzen. Berl. 1780 u. 83. III Th. 4. Geprüft ilosophischphysische Fragmente über die Geogenie. 1ste Th. 1783. 4.

viel höher gelagerten fossilen Ueberreste tropischer Thiere wegen damals beginnender Verwesung als leichtere Körper schwammen, beim Abfliefsen der Gewässer aber im Schlamme begraben wurden.

Wenn gleich nach Silberschlag die meisten Veränderungen der Erdoberfläche als Folge der grofsen Fluth anzusehen sind, so nimmt er doch bei der ursprünglichen Gestaltung der Erde die Wirkungen elastischer Medien und des Centralfeuers zu Hülfe, und seine Theorie läfst sich in dieser Hinsicht den bisher mitgetheilten, im Wesentlichen vulcanischen, Hypothesen anschliefsen. Noch wohl zahlreicher aber, als diese, sind die neptunischen Theorien, wovon gleichfalls eine kurze Uebersicht folgen mag, nachdem zuvor die keiner von beiden Classen zugehörige Idee des berühmten Franklin's erwähnt ist. Nach diesem [1] besteht die Erde inwendig aus einer Flüssigkeit, welche dichter ist, als alle bekannte feste Körper, und auf welcher die Erdrinde blofs schwimmt. Wäre aber die Luft nach dem Mariotte'schen Gesetze im Innern der Erde verdichtet, so würde schon in einer Tiefe von 11 geogr. Meilen das Gold nicht mehr schwimmen. War also anfänglich alle Materie wie ein Nebel verbreitet, und fing die Schwere an zu wirken, so mufste nach dem Mittelpuncte zu stets dichtere Luftkugel entstehen, um der sich die übrigen Körper, jeder in einer durch das ihm eigene Gewicht bestimmten Entfernung vom Mittelpuncte lagernd, eine so eine Kruste bildeten. Manche, durch den Fall zu tief abgesunken, stiegen wieder in die Höhe, und setzten sich unten an die Kruste, welche jetzt die Oberfläche der Erde bildet, und die auf ihr ruhende Atmosphäre trägt. Die erste Bewegung konnte einen Wirbel, und dadurch die Axendrehung veranlassen. Wurde aber einmal die Axe verändert, so mufste das Fluidum seine Figur ändern, konnte die äufsere Hülle zerbrechen, und dadurch vielfache Revolutionen bewirken. Starke Explosionen von Dämpfen konnten durch ihren Druck auf das Fluidum unter der Kruste eine Welle verursachen, die Tausende von (engl.) Meilen sich erstreckte, und alles Land, das ihr erschütterte. Die grofse Menge von Eisen machte die

1 Transact. of the Amer. Phil. Soc. held at Philadelphia. Vol. 1793. 4. Nr. 1. Auch in European Magaz. Aug. 1793. p. 137. Vergl. Art. *Erde*. Th. III. S. 1071.

gnetisch, allein auch das ganze Universum hat seinen Ma-
tismus, und vielleicht erhält dieser die Erdaxe stets in ihrer
e u. s. w. Franklin gesteht selbst, dafs es ihm an Zeit
igele, die Erde zu studiren, und er daher blofs seiner
ntasie gefolgt sey, indefs mufs man sich doch wundern, dafs
im anscheinend mit dieser Hypothese wirklich Ernst war.

John Woodward [1] ist wohl ohne Zweifel einer der älte-
und eigentlichsten Neptunisten, dessen Theorie aber ihrer
ur nach niemals Beifall erhalten konnte. Nach ihm war die
e eine Wasserkugel mit fester Rinde. Gott hob einmal die
were und die Cohäsion auf, wonach alle Dinge unter einander
ischt wurden, und blofs die Fibern der Thiere ihren Zu-
nenhang beibehielten, daher auch der allgemeinen Auflösung
unterlagen. Darauf entstand die Schwere wieder, die Stoffe
en in Schichten nieder, woselbst auch die Reste der Thiere
lagerten. Auch die neue Rinde zerbrach an einigen Stel-
liefs das Wasser eindringen, wodurch zugleich die Un-
heiten der Erde entstanden, und das übrige vollendete die
h ein Wunder herbeigeführte Sündfluth.

Johann Scheuchzer [2] nimmt zwar an, dafs die Erde ur-
glich als ein Niederschlag aus dem Wasser gebildet sey,
lafs aus dieser Ursache die Schichtungen erklärt werden
en. Um aber die hohen Berge hiermit in Uebereinstim-
zu bringen, soll nach einer zweiten Fluth ein Theil der
gen und festen Erdrinde durch ein Wunder der Allmacht
s gehoben seyn, wobei ein Theil des Wassers in die ent-
nen Höhlungen drang, und die Ebenen trocken wurden.
Ohne gerade ein Wunder zu Hülfe zu nehmen, erklärten
eisten Geologen nachher die Bildung der Erde auf eine der
ebenen Theorieen sehr ähnliche Weise. Nach Hollmann [3]
Erdkruste ein Niederschlag aus dem Wasser, wovon ein
einstürzte, ein anderer durch das Eindringen des Was-
die hierdurch entstandenen Räume trocken wurde. von
hen, genannt Russworm [4] nimmt an, die Erde sey an-

Historia naturalis telluris: Lond. 1695. 8. An Essay towards
aral history of the Earth. Lond. 1788. 8.

Hist. de l'Acad. des Sc. de Paris. 1708.

Com. Gott. T. III. vom Jahre 1753.

Von Entstehung, Bildung, Umbildung und Bestimmung des
pers. Nürnb. 1782. 8.

fangs eine blofse Wasserkugel gewesen und habe Fische ernährt, aus deren Verfaulung Erde entstanden sey, welche den festen Körpern zur Bildung diente. Diese Gährung sey mit Hitze verbunden gewesen, durch welche Aufblähungen und Erhebungen herbeigeführt wurden, so dafs ein Theil der Erdkruste aus dem Wasser hervortrat, und dem Sonnenlichte ausgesetzt wurde. Das Wasser nimmt immerfort ab, die Wärme zu, und so wird ganz im Gegensatze mit Büffon's Theorie, die Erde durch Hitze unbewohnbar werden. Wallerius [1] läfst die Elemente aller Körper im Wasser aufgelöset seyn, woraus die festen Theile durch Niederschlag und Concretionen gebildet wurden. Mit vielem Scharfsinn und reichen mineralogischen und chemischen Kenntnissen bringt er dann diese Theorie mit der Mosaischen Kosmogenie in buchstäbliche Uebereinstimmung. Auch Linné glaubt an ein allmäliges Hervorkommen der Erde durch Wegnahme des Wassers, eine Idee, welche durch das vermeintliche Sinken des Meeres an den skandinavischen Küsten herbeigeführt wurde. Es schliefst sich hieran endlich die Hypothese Gerhard's [3], wonach ursprünglich blofs Kieselerde, Feuer und Wasser erschaffen wurden, aus denen durch die Bewegung im Chaos Erden, Salze, Schwefel u. s. w. entstanden, die sich in Schichtungen lagerten, von denen einige durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft gehoben und zertrümmert wurden.

Viele Geologen haben, wie zum Theil schon oben erwähnt ist, eine Veränderung in der Richtung der Erdaxe angenommen, um daraus namentlich das Vorhandenseyn von Ueberresten tropischer Thiere und Pflanzen zu erklären. Keiner hat aber diese Hypothese so weitläuftig und bestimmt durchgeführt, und auf das Einzelne der Thatsachen angewandt, als der Abbé Pini [4]. Nach ihm fielen bei der Bildung der Erde die Ebenen des Aequators und der Ekliptik zusammen, woraus ein steter Frühling entstand, und daneben lag das Meer grofsentheils in unter-

1 Physischchemische Betrachtungen über den Ursprung der Welt besonders der Erdwelt u. ihre Veränderungen. A. d. Lat. Lpz. 1782. 8.

2 De telluris habitabilis incremento In Amoen. Acad. Vol. I

3 Versuch einer Geschichte des Mineralreichs. Berl. 1781 f

4 Spectacle de la nature. à la Haye 1738. T. III. P. 2 S. Schon früher äufserte F. Bramer diese Hypothese. S. Voyages cet. Amst. 1699. II. 326. und Louville in Hist. de l'Acad. 1716. p. 43.

Höhlen verborgen. Plötzlich lenkte der Schöpfer die
te schief nach den nördlichen Gestirnen, die Sonnenhitze
f die eine Halbkugel, es entstanden gewaltsame Ausdeh-
n der Luft, Stürme trieben das Wasser aus den unterirdi-
Höhlungen, auch stürzte eine Menge aus der Atmosphäre
, und es entsteht die Sündfluth, wobei Theile der zerbro-
n Erdrinde in die Tiefe herabstürzten. Durch Ausdün-
und Ablaufen des Wassers wird ein Theil der Erdrinde
r trocken, zeigt aber noch jetzt die Spuren der früheren
üstung. Manche Geologen haben späterhin diejenige frü-
Richtung der Erdaxe nachzuweisen versucht, aus welcher
erfolgter Veränderung die Anwesenheit tropischer Thier-
Pflanzenreste in hohen Breiten erklärlich würde; es genügt
s hiergegen nur im Allgemeinen zu bemerken, dafs die
nomen, und unter ihnen namentlich La Place [1], eine sol-
eränderung der Erdaxe mit den Gravitationsgesetzen ganz
träglich finden.

Eine eigene, und nicht wenige Anhänger zählende Classe von
gischen Hypothesen machen diejenigen aus, nach welchen
drinde allmälig durch die Wirkungen bekannter Naturkräfte
det wurde, von denen die wichtigsten gleichfalls kurz er-
t werden mögen. Bourguet [2] erklärt die Bildung der Berge
strömungen des ehemaligen Meeres, auf dessen Grund schon
e Lagen von Erd- und Seethieren niedergefallen waren.
erge sollten hiernach auf gleiche Weise von Thälern durch-
ten seyn, als manche Ufer der Flüsse mit parallelen Seiten
nfen, wobei aber Bourguet vergessen zu haben scheint,
hiernach eigentlich die Berge schon hätten in der Tiefe des
res vorhanden seyn müssen. Aufmerksamer auf diesen Um-
d war Le Cat [3]. Nach ihm entstanden die Berge auf dem
nde des Meeres durch die Anziehung des Mondes und die
durch bewirkte Ebbe und Fluth. Indem hierdurch an eini-
Stellen bedeutende Anhäufungen und Erhebungen entstan-
, zog sich das Meer in die zugleich gebildeten Vertiefun-
zurück, und ein Theil der Erdkruste wurde trocken. Da

1 Expos. du Syst. du Monde. II. 138.

2 Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cri-
. à Amst. 1729. 12.

3 Magazin Français. 1750 Juillet.

diese Wirkungen noch stets fortdauern, so soll zuletzt das Mee ganz in die ausgehöhlte Erde versinken.

Eine eigene Erwähnung verdient vorzüglich die Theori welche durch Maillet[1] nicht blofs als Hypothese aufgestellt sondern auch zu bedeutendem Ansehen erhoben wurde, indem er sie mit einer aufserordentlichen Menge von Thatsachen unterstützte, deren er eine grofse Zahl nicht sowohl aus der Wirklichkeit, als vielmehr aus seiner Phantasie hernahm, alle als wahre und falsche mit seltener Dreistigkeit als ausgemachte Thatsachen darzustellen wufste. Nach ihm war die Erde ursprünglich eine ausgebrannte Sonne, welche nach einer selbstmen Voraussetzung ehemals den Platz der jetzigen Sonne einnommen hatte, dann an ihren gegenwärtigen Ort geschleudert und mit Wasser von den übrigen Planeten überschwemmt worden sollte. In diesem Wasser, dessen Boden ursprünglich eben war, bildeten sich die Lagerungen der Gebirge mit den zahlreichen Ueberresten seiner früheren Bewohner. Das Wasser dunstet stets mehr aus, nimmt dadurch ab, und wird endlich die dem Mittelpuncte der Planeten stets näherrückende Sonne als brennende Sonne wieder zurück lassen. Von dem ehemaligen Brande erhielten die Mineralien und namentlich die Metalle ihren Ursprung, die jetzige, noch stets fortdauernde Verminderung des Meeres aber beträgt drei Fufs in tausend Jahren. Die Ungleichheiten der Berge und die eingeschnittenen Thäler sind Folgen der Meeresströme. Aus dem Wasser sind alle Pflanzen und Thiere, ja selbst auch die Menschen entstanden, welche anfangs Bewohner des Meeres waren. Sonach sind die biblischen Schöpfungstage lange Perioden, und das Alter des Menschengeschlechts beträgt mindestens eine halbe Million Jahre. Es war indefs kaum der Mühe werth, dafs de Lüc sich bemühte, diese Theorie ernstlich zu widerlegen, um den Beifall zu mindern, den dieselbe durch eine sehr elegante Darstellung erhalten hatte.

Von ungleich gröfserem Gehalte, auf eine Menge wahrgemachte Thatsachen gestützt, und keineswegs mit durchaus unbelhaften Erdichtungen durchwebt, als die oben mitgetheilten

1 Telliamed, ou Entretiens d'un Philosophe Indien avec un Missionaire François sur la diminution de la Mer. Nouv. ed. à la Haye 1755. T. II. 12.

these, ist diejenige, wonach Wrede [1] viele Veränderun-
er Erdoberfläche und hauptsächlich das Vorkommen tropi-
Thiere und Pflanzen in höheren Breiten aus einer früher-
gleich gröfseren Schiefe der Ekliptik zu erklären sucht.
wesentlichsten Elementen nach beruhet seine Theorie auf
den Grundsätzen. Die ganze nördliche Halbkugel soll
als unter Wasser gestanden haben, aus welchem die höch-
Bergspitzen als einzelne Inseln herausragten, und so mufste
de nach dem Verlaufen des Wassers die jetzige Gestalt
men, mit Rücksicht auf die Veränderungen, welche das
schwemmen der oberen Gebirgstheile in die Vertiefungen
bringen mufste, und welche nach unleugbaren Thatsa-
nicht unbedeutend sind. Insbesondere waren einzelne
e der Erdoberfläche nicht immer von Meeren so durch-
ten, wie gegenwärtig durch anhaltende Meeresströmungen
ehen ist, z. B. die Meerenge von Gibraltar, der Canal
hen England und Frankreich, der Sund u. s. w. Auf diese
e und unter der Voraussetzung einer früheren gröfseren
fe der Ekliptik erklärt sich dann leicht, wie tropische Thiere
Pflanzen in so hohe nördliche Gegenden kommen. Wrede
t sich nämlich auf Berechnungen von La Grange [2], La
e [3] und vorzüglich Schubert [4], wonach die Schiefe der
ik in einem Zeitraume von 65000 Jahren zwischen 20°
nd 27° 45′ variire. Diesemnach soll sie seit 4000 Jahren
nehmen seyn, und noch 4900 Jahre im Abnehmen blei-
worauf sie 22° 53′ seyn würde [5]. Die Abnahme beträgt in
ahren nicht über 50 Sec., und wenn man sie zu 42″,5
mt, so fiele das Maximum 36300 Jahre zurück. Betrug
chiefe damals 27° 45′, so war im nördlichen Deutschlande
isches Klima, woneben noch aufserdem die Hitze durch
nge Dauer der Tage bedeutend gesteigert werden mufste.
nnten dann wohl die tropischen Thiere über den Hellespont

Geologische Resultate aus Beobachtungen über einen Theil der
tischen Länder. Halle 1794. 8. Vergl. Mon. Cor. VI. 102.

Mém. de l'Acad. de Paris 1774. u. Mém. de Berlin. 1782.
Mém. de l'Ac. 1789.

a. vers. O. hauptsächlich in der älteren Ausgabe seiner theor.
omie.

Vergl. Bode in Schriften d. Berl. Ges. Nat. Fr. II. 303.

und Gibraltar bis nach Deutschland und noch höher hinaufko
men, wenn sie der Nahrung nachgingen, und sie fanden h
plötzlich eintretenden kalten Wintern in eben den Höhlen ih
Untergang, worin sie im Sommer angenehme Kühlung gen
hatten. Die gröfsere Wärme erzeugte stärkere Regen und G
witter, die höhere Kälte des Winters mehr Eis, bei den
Schmelzen aber stärkere Ueberschwemmungen eintreten muf
welche die grofsen Granitblöcke fortschwemmen konnten,
überhaupt auf die Oberfläche der Erde gewaltsamer zerstö
einwirken mufsten. Es ist allerdings einleuchtend, dafs au
Annahme eines so bedeutenden Unterschiedes der Schiefe
Ekliptik vieles, und namentlich in Beziehung auf die gef
nen Petrefacten, erklärt werden könne, auch setzt Schu
die äufsersten Grenzen dieser Schiefe sogar zwischen 1
29°; allein keineswegs sind alle Astronomen rücksichtlich
höchst schwierigen Bestimmung einig, vielmehr setzen D
BAE [2], PIAZZI [3] u. a. die Grenze der Veränderung nicht g
als 1° 20′. Aufserdem aber genügt die Hypothese keine
um über die gesammte Umbildung der Erdrinde genügend
kunft zu geben.

Als eine eigenthümliche Hypothese dieser Classe k
jenige erwähnt werden, durch welche LAMARK [4] insb
die allgemeine Verbreitung versteinerter Meeresgeschöpf
klären suchte. In der Hauptsache entsteht nach ihm dur
tung und Wellenschlag noch fortdauernd, wie früherhin,
aus dem Meere, und wird an anderen Stellen wieder weg
sen, so dafs also hiernach Festland und Meer, rücksichtl
res Ortes auf der Erde einem anhaltenden Wechsel unter
sind. Uebergehen wir das Weitere dieser in dem gen
Stücke eigenthümlichen Hypothese, so ist die angeno
Thatsache in sofern allerdings richtig, als an einigen Or
Meeresküsten wachsen, an andern dagegen abnehmen
lein zur Erklärung des vorliegenden geologischen Probl
die Hypothese durchaus unzulässig, weil nach dem Zeu

1 Populäre Astronomie III. 290.

2 Astronomie théor. et prat. III. 195.

3 Astronomie. d. Ueb. S. 174.

4 Hydrogeologie u. s. w. a. d. Franz. mit Anmerk. von W
Berl. 1805.

fahrensten Geognosten, namentlich v. Humboldt's, sich
a solchen, durch das Meer gebildeten Absetzungen nur
lücke und Trümmer von Seethieren finden, keineswegs
nze Lager wohlerhaltener und regelmäfsig über einander
hteter Thiere. Weit mehr den Thatsachen angemessen
rhaupt einer inneren Consequenz keineswegs ermangelnd
e Hypothesen derjenigen, welche das gegenwärtige Fest-
r einen Niederschlag aus dem Meere halten, wo dann die
hen Seethiere zugleich mit niederfielen und sich daher
so ungeheuer ausgedehnten und mächtigen Lagern wie-
n. Dabei wird zugleich mit vielem Scharfsinn und mit
Sachkenntnifs nachgewiesen, wie die rohere Natur an-
ie gröber organisirten Geschöpfe erzeugte, die späteren
i eine höhere Bildungsstufe zeigten, bis der Meeresgrund
trocken wurde, und die Reste der früheren Landthiere
neuesten Gebilden der Erdkruste begraben werden mufs-
he gröfste Schwierigkeit hierbei bietet die Nachweisung
o das viele, zu einer so hohen Bedeckung der Erde er-
the Wasser geblieben seyn möge, und man fühlt
dafs die hierfür zu Hülfe genommene Verdunstung des
, seine Aufnahme zur Bildung organischer Körper, als
isationswasser mancher Fassilien u. dergl. nicht genügen,
es Problem vollständig zu lösen. Solche allerdings in-
te Versuche zur Erklärung der allmäligen Bildung und
dlung der Erdkruste haben unter andern Lavoisier [1],
, Poiret, Lacepède und Brogniard geliefert [2].
mark hat indefs seiner Hypothese auch eine andere An-
geben, indem er die Niederschläge im Meere allmälig
n läfst, und dann zugleich annimmt, die Erdaxe habe
chtung nicht plötzlich, sondern in langen Zeiträumen
t, wodurch die früher äquatorischen Gegenden, welche
eere bedeckt waren, trocken werden, und die polari-
lagegen unter eine Lage von Wasser kommen mufsten,
löhe nach dem Verhältnifs der beiden Erdaxen nicht we-
h einige Meilen betragen könnte. Es läfst sich nicht in

---

[1] Mém. de l'Acad. 1789. p. 351.

[2] J. de Phys. LX. 226 u. 306. LXI. 1. LXII. 80 LXV. 45. u.
Vergl. F. S. Voigt Grundzüge einer Naturgeschichte u. s. w.
Daubuisson de Fraissac bei Gilb. XLV. 413.

Abrede stellen, dafs eine solche Verrückung der Erdaxe, a
namentlich eine allmälige, die schwierigsten geologischen Pr
bleme zu lösen im Stande seyn würde, weil hiernach alle Th
der Erde, ohne Aenderung der Form des Erdballs im Allg
nen unter heifsen und kalten Zonen, trocken und mit tiefen M
ren bedeckt gewesen seyn könnten, auch ist diese Idee n
neu, vielmehr schon im 15ten Jahrhundert durch Alexan
ab Alexandro [1] und später durch viele andere geäufser
eine sinnreiche Hypothese kann es ferner betrachtet w
wenn Wrede [2] die Frage aufwirft, ob sich eine verände
Excentricität des Schwerpunctes unserer Erde annehmen
Wäre dieses, so läfst sich leicht zeigen, dafs dann das
wasser an einer Seite der Erde 12000 und viel mehre
höher stehen mufste, als an andern, um bei einer verh
mäfsig nicht grofsen Excentricität des Schwerpunctes das G
gewicht wieder herzustellen. Wollte man aber ferne
Veränderung dieser Excentricität durch Verrückung des Sch
punctes von einer Seite nach einer andern und nach der
gengesetzten annehmen, so liefse sich hieraus leicht e
warum in den verschiedensten Theilen der Erde die Pe
auf den höchsten Bergen gefunden werden, und die
schläge aus dem Meere in manchen Lagerungen der
kenntlich sind.

Die Theorie, welche J. A. de Lüc sehr umständlich
getragen, mit einer Widerlegung früherer Hypothesen be
in verschiedenen Werken wiederholt und gegen die ihm g
ten Einwürfe zu vertheidigen gesucht hat, möge die
lange geschichtliche Uebersicht der verschiedenen Mei
über diesen interessanten Gegenstand beschliefsen.
allerdings schwer, eine so ausführliche, in vielen Stücken
weitschweifig vorgetragene Hypothese kurz darzustellen.
inzwischen in den neuesten Zeiten an Ansehen sehr v
hat, so möge folgende Uebersicht der Hauptpuncte g
De Lüc [3] nimmt mit mehreren Geologen an, dafs die eig

1 Genialium dierum Libri VI. L. V. Cap. 9.

2 N. Schriften d. Ges. Nat. Fr. III. 198.

3 Lettres physiques et morales cet. 1779. V Tom. 8. Ph
lische u. moralische Briefe. cet. mit Abkürzungen übers. v
Gehler. Leipz. 1781. II Tom. 8. Lettres sur l'histoire physiq

fung sowohl des Weltalls im Allgemeinen, als auch der
m Besonderen kein Gegenstand menschlicher Forschung und
ntniſs sey, sondern als ein Werk der Allmacht Gottes be-
t werden müsse. In dieser Beziehung also, und über-
zur Erklärung der allmäligen Bildung der Erdoberfläche
ßt er seine Untersuchungen genau an die mosaische Schö-
geschichte, deren Tage nach ihm gewisse ungleich lange
len sind. Anfangs war nämlich die Erde eine chaotische
, welche durch das zuerst erschaffene Licht (nicht Be-
ung von der Sonne) belebt wurde, so daſs Feuer und Was-
h schieden, und die aus einem trüben Gemenge bestehende
Rotation und somit Form erhielt. In der zweiten Periode
nach den Gesetzen der Affinitäten eine Menge der festen
e nieder, und bildeten die Granitrinde der Erde, während
pansibelen Flüssigkeiten sich zur Atmosphäre vereinigten,
jedoch unter dem Granit eine Schlammschicht und ein
aus staubartigen Theilen zurückblieb. Ueber dem Granit
Gneus, Wacke und Thonschiefer aus dem Wasser nieder,
es sich während dem in dieser dritten Periode in den
am und Staub unter dem Granite zurückzog. Durch das
ken eines Theiles der festen Masse entstanden Ungleich-
und Höhlen, deren Decken nachher in einem groſsen Um-
einstürzten, so daſs das Wasser daselbst zusammenfloſs
Theile aber auf das Trockene kamen, wodurch Land und
geschieden wurden, und auf dem ersteren Vegetation ein-
während auf dem Boden des letzteren aus den Trümmern
gestürzten Primordialschichten unser jetziges festes Land
let ward. In der vierten Periode fing die mit dem Lichte
falls vereinigte Sonnenmasse an sich zu zersetzen und auf
rde Licht zu senden, wodurch die Wärme auf derselben
chwächt erhalten wurde. In die fünfte Periode fällt die
kerung des Meeres und das Absetzen des Kalksteines, worin
sten Spuren begrabener Seethiere vorkommen. Durch aber-
e Einstürzungen erhielten die Lagen eine schiefe Richtung
ich bildeten sich neue Kalksteinschichten mit einer groſsen

, adressées à M. Blumenbach et renfermant de nouvelles preuves
iques et historiques de la Mission de Moyse. à Paris. 1779. 8.
gische Briefe an H. H. Blumenbach. a. d. Fr. in Lichtenb. Mag.
a. ff.

Menge von Versteinerungen, die Steinsalzlager und Sandstein formationen wurden abgesetzt, auch begannen vulcanische Aus brüche, und in diese Periode gehört auch vermuthlich die Bil dung der Gänge nebst den Erzen. Eine plötzliche Revolution durch abermalige Einstürzungen veranlafst, brachte den bisher gen Meeresgrund aufs Trockene und begrub das bis dahin tro kene Land unter dem Meere, das Wasser verlief sich allmä in die unterirdischen Höhlen, das Festland wurde bewohn und durch den letzten Act der Schöpfung mit lebenden Wes erfüllt, welches insgesammt zur sechsten Periode gehört. Se da an erlitt die Erde keine grofse Revolution mehr, aufser Sündfluth, welche auf diejenige Weise durch atmosphäri und das aus den inneren Höhlen hervordringende Wasser stand, wie Moses beschreibt, und zugleich die Ueberreste m licher Thiere in solche Gegenden führte, wo sie gegen nicht mehr leben können. Endlich meint de Lüc, das des jetzigen Festlandes seit der letzten Katastrophe betrag mehr als 4000 Jahre.

Die hier in ihren wesentlichsten Elementen mitgetheilte these de Lüc's, welche hauptsächlich aus seinem zuletzt ten Werke entnommen ist, und welche er auch später lebhaft vertheidigte, erscheint als streng neptunisch, die etwas hiervon verschiedene, welche sein erstgenanntes fseres Werk enthält, indem danach innere Gährungen u canische Ausbrüche eine Menge Veränderungen hervorg haben sollen. Sie fand vielen Beifall hauptsächlich des weil sie mit einer aufserordentlichen Menge geognostischer sachen ausgestattet ist, welche der gelehrte Erfinder dem theils aus andern Werken entlehnt, theils auf vielen Reisen gesammelt hatte. Unter ihren Anhängern mögen indefs n genannt werden, nämlich A. v. Humboldt und de la Ri. Von dem ersten berühmten Gelehrten haben wir ind einige frühere Abhandlungen [1], worin verschiedene jener gleichfalls aufgenommen sind, von dem letzteren aber a ausführliche Werke [2], welche mit so grofser Weitschw

1 J. de Phys. LIII. u. LX.

2 Théorie de la Terre. à Paris 1795. III vol. 8. 2me ed V vol. 8. Hauptsächlich Leçons de Géologie, données au col France. à Paris 1816. III vol. 8. Aufserdem viele Abhandlun

ähnliche Theorie, als die von DE LÜC aufgestellte zu verdigen suchen, dafs bei den jetzt so sehr vermehrten Thaten und so vielfach abgeänderten Ansichten die wenigsten gnosten es für der Mühe werth erachten, dieses alles esen, und eine Mittheilung des hauptsächlichsten Inhaltes hier daher ganz überflüssig scheint. DE LÜC fand indefs mehrere Gegner, wie denn überhaupt schon alle Anhänger vulcanischen Theorie der seinigen entgegen seyn mufsten. wischen nenne ich hier nur J. H. A. REIMARUS, welcher eine ne sehr gründliche Kritik seiner Hypothesen geliefert hat [1], n Mittheilung mir aber gleichfalls überflüssig scheint.

Gegenwärtig kann man annehmen, dafs die Geologen insmmt zwei Classen bilden, nämlich die der *Neptunisten* und ler *Vulcanisten*, mit einem bedeutenden Uebergewichte der eren [2]. Zwar hat dieser Unterschied schon von den frühe- Zeiten des geologischen Studiums an bestanden, jedoch in derjenigen Gestalt, wie gegenwärtig, wo es sich um lauptfrage handelt, ob die sogenannten Urgebirge, nament- die granitischen und die ihnen verwandten, ihre Krystalli- n im feurigen oder wässerigen Flusse erhalten haben. Ob- die Ansichten der verschiedenen Geologen in einzelnen en der Natur der Sache nach verschieden seyn müssen, und Einzelnheiten der abweichenden Meinungen hier unmöglich aft gemacht werden können, so darf man doch unbedenk- zwei berühmte Gelehrte, nämlich WERNER und HUTTON Repräsentanten der beiden, jetzt noch gangbaren Theo- nennen, welche obendrein sich in ihren Meinungen durch- tgegenstehen. WERNER, der Begründer der neueren Mine- , insofern er in seinen zahlreichen Schülern und durch en einen seltenen Eifer für diese Wissenschaft in allen rten Ländern anzuregen wufste, stellte nur als Einleitung

---

e Physique, hauptsächlich discours prémilinaire zu vol. LXXX. ORSTER's Nachträge zu de la Metherie in Beobachtungen und en u. s. w. Leipz. 1798. 8.

Ueber die Bildung des Erdballs und insbesondere über das ude des H. DE LÜC. Hamb. 1802. 8.

Edinb. Phil. Journ. N. XIV. 376 werden die bedeutendsten in der Ordnung, wie sie mehr dem Neptunismus oder dem mus anhängen, zusammengestellt.

zu seiner Geognosie ein geologisches System auf[1], welches rein und absolut neptunisch die damals bekannten Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Gebirgsarten erklären sollte. Nach ihm bestand der Erdball ursprünglich aus einer wässerig flüssigen Masse, aus welcher die verschiedenen Gebirgsarten in einander folgenden Zeiträumen niederfielen, u. z. in folgender Ordnung: 1. Die Urgebirge, welche aus einer Reihe von Gebirgsarten, nämlich Granit, Gneus, Glimmerschiefer und Thonschiefer bestehen, sind in dieser Ordnung nach einander niedergeschlagen. 2. Dabei nahm die Flüssigkeit an Masse wenigstens um die Hälfte ab. 3. Dann folgte eine Revolution, welche das Wasser wenigstens bis zur halben Höhe der Urgebirge trieb, wodurch sowohl auf dem Wege der Auflösung als auch der Fortschwemmung die Uebergangsgebirge entstanden. 4. Auf dieser Revolution folgte ein Zustand der Ruhe zum Behufe der Vegetation und Animalisation. 5. Darauf wurde durch eine abermalige Revolution in der Flüssigkeit ein Theil der Ur- und Uebergangs-Gebirge zerstört, sammt den organischen Geschöpfen, und aus den Trümmern entstanden die Flötzgebirge. Durch diese zwei Revolutionen wurde aller Sand aus den gerollten quarzigen Gebirgstrümmern erzeugt. 7. Seit der Bildung der Flötzgebirge haben nur partielle Revolutionen stattgefunden, hauptsächlich durch Strömungen erzeugt, wobei die angeschwemmten Gebirge abgelagert wurden. 8. Die Krystallisationskraft nahm allmälig ab, die sich bei der Bildung des Granites so hervorthuend gezeigt hatte, woraus das blätterige Gefüge der spätern Formationen erklärlich wird. 9. Der Basalt ist die jüngste Formation und nur durch eine Ueberschwemmung entstanden, welche die früheren, schon gebildeten Gebirgsarten bedeckte.

Bei aller Achtung, welche Werner als der größte Mineralog seiner Zeit genofs, konnte sich seine geologische Hypothese doch unmöglich eines ungetheilten Beifalles erfreuen, gern auch seine zahlreichen Schüler sie vertheidigt hätten, ihr auch wirklich anhingen, so lange ihre Kenntniss von der eigentlichen Structur der Erdrinde sich hauptsächlich nur auf das nige erstreckte, was sie in der Umgebung ihres verehrten Lehrers, namentlich bei Freyberg im Erzgebirge, gesehen hatten.

1 Kurze Classification und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. Dresden 1787. 8. Neue Theorie d. Gänge. Freib. 1791.

uf die Dauer konnte sich aber das System in seiner ganzen sdehnung unmöglich halten, weil es nicht einmal so vollständig d in sich selbst consequent abgerundet war als das von DE LÜC gestellte. WERNER postulirt nämlich Revolutionen, ohne die ysischen Kräfte, wenn auch nur hypothetisch, nachzuweisen, durch dieselben nothwendig herbeigeführt wurden, und läfst eben die Höhe und Menge des Wassers abnehmen und zuhmen, ohne die Mittel aufzusuchen, welche einen solchen echsel möglich machten, anstatt dafs DE LÜC allen möglichen arfsinn aufbietet, um diesem schwächsten Puncte seiner Hypose irgend eine scheinbare Stütze zu verschaffen. Indefs wurs sein System nicht von dieser Seite, sondern zuerst hinsichtder Entstehung des *Basaltes* angegriffen, und obgleich seine theidiger alles mögliche aufboten, um die Entstehung desseldurch Präcipitation aus einer Flüssigkeit zu retten, so wurde i bald die innige Verwandtschaft desselben mit den Laven also sein vulcanischer Ursprung bis zu einer solchen unwiprechlichen Gewifsheit dargethan [1], dafs man es nur aus einer en *Vorliebe* WERNER's für die Einfachheit des von ihm in ruch genommenen Mittels zur Bildung der verschiedensten rten erklären kann, wenn ihn nicht die schon früher beten Thatsachen zu einer gleichen Ueberzeugung führten. Geärtig läfst man es aber bei diesem Streitpuncte nicht mehr nden, sondern die Hauptfrage der Geologen betrifft den mischen oder vulcanischen Ursprung der ältesten Gebirgs, namentlich des Granites.

Als Repräsentant der Vulcanisten wird mit Recht C. HUTTON nt, welcher schon zur Zeit des sehr allgemein herrschenieptunismus die wesentlichsten Veränderungen der Erdvulcanischen Kräften zuschrieb [2]. HUTTON hat allerdings ofsem Fleifse eine für die damalige Zeit beträchtliche Menge hatsachen gesammelt, welche zu der Ueberzeugung führ-

---

[1] Vergl. Art. *Erde*. Th. III. S. 1097.

[2] Hutton's Theorie findet sich zuerst in Trans. of the R. Soc. burg I. 209 vom Jahre 1788 besonders herausgegeben als: Theohe Earth. Edinb. 1795. II vol. 8. Illustrations of the Huttoheory. etc. by J. PLAYFAIR. Edinb. 1802. 8. Explication de PLAYr la Théorie de la Terre par Hutton, et examen comparatif tèmes géologiques fondés sur le feu et sur l'eau, par M. Mua. Par. et Londres. 1815. 8.

ten, dafs die Bestandtheile der Erde ursprünglich nicht im Wasser aufgelöset seyn konnten. Einige der wesentlichsten sind folgende. Es giebt Stücke fossilen Holzes, welche nur bis zu einer gewissen Tiefe in Feuerstein verwandelt, übrigens aber unversehrt geblieben sind. Sie können also nicht von einer wässerigen Auflösung der Kieselerde durchdrungen seyn, weil sie sonst ganz durchdrungen seyn müfsten, also waren sie von feurig geschmolzenem Kiesel umgeben. (Dieses leicht zu widerlegende Argument ist ungleich weniger gewichtig als die folgenden). Ferner findet sich der Schwefel in ungeheurer Menge mit den Metallen Erz verbunden, namentlich mit dem Eisen. Wäre dieses durch eine wässerige Auflösung beider Substanzen geschehen, so hätten schwefelsaure Metallsalze, namentlich statt Schwefelkies Eisenvitriol, entstehen müssen, und es läfst sich daher eine Verbindung dieser im geschmolzenen Zustande befindlichen Substanzen denken. Die sich so häufig findenden gediegenen Metalle, der von LaPeyrouse im regulinischen Zustande in kleinen Körnern gefundene Braunstein, das von Dr. Black gefundene kaustisirte Natron ohne Krystallisationswasser können nicht wässerig flüssig gewesen seyn, auch das Aufeinandersitzen von Spath und Schwefelkies und anderen Mineralien wäre auf diese Weise unerklärlich. Insbesondere aber sind die meisten Erden, namentlich diejenigen, welche den Granit bilden, im Wasser so wenig auflöslich, dafs die zu ihrer Auflösung und nachherigen Krystallisation erforderliche Menge von Wasser ganz undenkbar ist. Dagegen steht der Annahme einer durch Hitze bewirkten Flüssigkeit so weniger etwas entgegen, als die Versuche von Dr. Brown beweisen, dafs es bei einem Gemenge aus Erden und metallischen Stoffen nach ihrer Schmelzung blofs auf die äufseren Bedingungen, namentlich die Zeit des Erkaltens, ankommt, ob eine gleichartige Structur des Basaltes oder die ungleichartige desselben annehmen, indem selbst das Réaumür'sche Porzellan dadurch erhalten wird, dafs man dem geschmolzenen Glase durch langsame Abkühlung ein krystallinisches Gefüge giebt. Ferner beweiset Hutton mit überwiegenden Gründen, dafs der Granit nicht anders als auf trockenem Wege flüssig gewesen seyn könne, wie sowohl aus seiner eigenen Beschaffenheit, als auch aus

1 Wird auf Phil. Trans. 1791. p. 56. verwiesen.

Umgebungen folge, indem derselbe in jeder Hinsicht sich
ie Laven anschliefse. Wenn aber dieses zugestanden ist, so
ganz unverkennbar weiter aus der häufigen Verbreitung die-
elsart, namentlich an den Küsten Grofsbritanniens und
überall sowohl auf dem Continente als auch auf den zahl-
en Inseln, dafs die ganze Erdoberfläche im Laufe einer un-
mmt langen Zeit durch vulcanische Kräfte eine grofse Menge
Veränderungen erlitten habe, und es lasse sich nicht anneh-
, dafs jene Kräfte, welche noch jetzt vielfach so gewaltsame
irungen anrichten, nicht auch früher, und namentlich bei der
glichen Ausbildung des Erdballs noch ungleich heftiger ge-
t haben sollten.

Hutton's Theorie, welche hier nur in ihren wesentlich-
Elementen dargestellt ist, wird oft mit der Büffon'schen zu-
engestellt, und hat in sofern Aehnlichkeit mit derselben,
eide den Erdball anfangs durch Feuer flüssig seyn lassen,
bei Büffon ist das Ganze mehr ein Product der Phantasie und
aftigt sich vorzugsweise nur mit dem Ursprunge der Erde, an-
lafs Hutton letzteren vernachlässigend hauptsächlich die all-
e Ausbildung der Erdkruste zu erklären bemüht ist, und zu-
n auf eine Menge unleugbarer, sehr für seine Ansichten
hender, Thatsachen bauet. Dabei nimmt er allerdings an,
erschiedene Felsarten der Erdkruste, so wie wir sie gegenwär-
den, theils früher theils später im Wasser niedergefallen seyn
n, auch war nach ihm die ganze Oberfläche der Erde anfangs
Wasser bedeckt, in welchem die zahllosen Seethiere lebten,
Ueberreste wir jetzt in so ungeheurer Menge versteinert wie-
den; und als nachher die unterirdischen vulcanischen Kräfte
irken fortfuhren, hoben sie verschiedene Theile der Erd-
blasenförmig in die Höhe, wodurch die Bergketten über
berfläche des Meeres kamen, und noch jetzt die früher in
er niedergefallenen Felsarten mit Versteinerungen vermengt
in beträchtlichen Höhen zeigen. Dafs solche Hebungen
ch stattfinden, sucht Hutton aus geschichtlich erwiesenen
achen (z. B. das Monte nuovo, des Jorullo u. s. w.) und
ler Form mancher Berge, namentlich der americanischen
weisen. Die zahlreichen, mitunter sehr gewichtigen Be-
, worauf Hutton seine Theorie stützt, sind seitdem noch
viels neue vermehrt worden, welche der gelehrte Play-
in seinen Erläuterungen zu derselben beibringt, so dafs es

ihr an Anhängern nicht fehlen kann. Gleich anfangs wurde dieselbe indefs lebhaft bestritten durch KIRWAN [1], welcher schon früher als strenger Neptunist aufgetreten war [2], und seinen Widerspruch gegen den Vulcanismus nicht blofs gegen Hutton sondern auch gegen PLAYFAIR durchzuführen suchte [3]. Der Streit wurde noch von verschiedenen andern Gelehrten beri... welche sämmtlich anzuführen kaum der Mühe werth seyn wü... de, und ich will daher nur noch erwähnen, dafs einige Gelehrte z. B. HALL [4] auf Veranlassung HUTTON's Versuche anstell... ob die Urgebirgsarten durch Flüssigmachung auf trocknem W... zur Krystallisation zu bringen seyen. Im Allgemeinen w... die Resultate solcher Versuche der Theorie HUTTON's k... wegs ungünstig, obgleich die Bedingungen, nämlich solche K... silien unter einem beträchtlichen Drucke und ohne Zutritt atmosphärischen Luft in feurigen Flufs zu bringen und l... erkalten zu lassen, wie dieses doch bei der Bildung der ... kruste geschehen seyn sollte, sich nicht wohl erreichen l... Dennoch aber fand jene Theorie namentlich in Frankreich Deutschland ungleich weniger Anhänger, als die von ... DE LA MÉTHERIE und vorzüglich WERNER aufgestellte... welche man einmal sehr eingenommen war.

Die Menge der bei jeder geologischen Theorie zu ... sichtigenden Thatsachen war beträchtlich grofs, manche ... ben standen mit einander in scheinbarem oder wirklichem W... spruche, blofs sinnreiche Hypothesen genügten weder den ... dern selbst noch auch viel weniger den Lesern, weil die ... turforscher sich im Allgemeinen überzeugt hatten, dafs ... sicher begründete Thatsachen einen ungleich gröfsern Wer... ten, als noch so geistreiche Phantasieen, und somit ... Bestreben, geologische Systeme zu schaffen, von selbst ... Indem ich daher alle sonstige mehr oder minder gelungene ... suche dieser Art mit Stillschweigen übergehe, glaube ich nu... s vei aus der neuesten Zeit als die bedeutendsten namhaft ...

---

1 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. IV. 97. Geological E... Lond. 1799. 8. Am vollständigsten: Anfangsgründe d. Mineral... R. KIRWAN Esq. übers. von L. v. CRELL. T. III. Berlin u. Stettin 1...

2 Trans. of the Irish R. soc. VI. 233.

3 Phil. Mag. XIV. 1.

4 Edinb. Phil. Trans. V. 43. Gilb. VII. 385. Journ. de Phys. LV...

nüssen, nämlich von G. F. Parrot und Scip. Breislak. e, die erstere im Wesentlichen mehr neptunisch, die zweite g vulcanisch, können hier nur in ihren Hauptmomenten deutet werden. Parrot [1] setzt voraus, dafs der Erdball t, mithin seine Rotation, sein Platz unter den übrigen Pla- und im Sonnensysteme nebst dem wechselseitigen Ein- dieser Himmelskörper auf einander als schon existirend nehmen seyen, weil die Erforschung des Ursprungs der überhaupt und der Erde im Besondern aufser den Grenzen chlicher Forschung liege. Aus bekannten physikalischen achen folgt aber, dafs die Erde ursprünglich aus einem Kerne mit einer umgebenden Wasserfülle bestand, in er die Elemente ihrer jetzigen Rinde aufgelöset waren, die prädominirende Kieselerde im Wasser, alle übrige anzen in Salzsäure. Die erforderlichen Fällungsmittel wa- lufssäure, Kohlensäure und Alkalien, wovon die letzteren m Stickstoffe der Atmosphäre erst gebildet wurden. Aus icke der durch Fällung entstandenen Rinde, welche zu F. Dicke angenommen wird, folgt eine Atmosphäre, Druck den der jetzigen Atmosphäre 876 mal übertraf, wo- zugleich die Absorption der enthaltenen Stoffe befördert ie Präcipitation beschleunigt wurde. Dieser Proceſs erhö- ugleich die Temperatur, und obgleich anfangs blofs Kie- rystalle hätten niederfallen sollen, so erklärt es sich doch dafs diese mit andern, gleichzeitig gebildeten, Präcipi- vermengt niederfielen. Indem nämlich sowohl Kali als atron aus dem Stickstoff der Atmosphäre gebildet wurden, g auch die etwa 0,1 derselben betragende Kohlensäure in sige Masse ein, und hieraus folgte eine beträchtliche Ver- ung des die Erde umgebenden Dunstkreises. Aus einer Präcipitation konnte nichts anders als eine regelmäfsige ng der verschiedenen Felsarten folgen, womit die vielen nheiten und Vertiefungen der Erdrinde im Widerspruche

Um die letzteren zu erklären nimmt Parrot an, die y gleich anfangs von einer unbestimmbar dicken Schwe-

---

Grundrifs der theor. Physik. 1815. 8. T. III. S. 531. ff. Aus- er in Entretiens sur la Physique. Dorpat 1824. 8. T. VI. S. An beiden Orten geht eine kritische Uebersicht der älteren chen Hypothesen voraus.

felkieslage umgeben gewesen, welche in Folge der durch d
Fällung der verschiedenen Stoffe entstandenen Hitze und d
gleichzeitig verminderten atmosphärischen Druckes sich entz
dete und Vulcane bildete. Diese hoben die Erdkruste an v
schiedenen Stellen und thürmten sie zu Bergen auf, in die hier
entstandenen Höhlen zog sich ein Theil des Wassers, so
viele flache Stellen des ehemaligen Meeresgrundes trocken w
den; die bei dieser Gelegenheit eintretenden Strömungen m
lafsten die Bildung der unregelmäfsig gelagerten Bergsch
und der aufgeschwemmten Gebirge, Steinkohlen entstand
zersetzten Meerpflanzen und wurden nebst den lebenden B
nern des Meeres durch vulcanische Ausbrüche begraben.
Gänge endlich sind Spalten, welche durch vulcanische E
terungen entstanden, und durch den Druck der Dämpfe u
geschmolzenen Substanzen erfüllt wurden; der Basalt al
ein vulcanisches Product, dessen Spaltungen evident bew
dafs er nach grofser Hitze langsam erkaltete.

Es läfst sich diesem mit unverkennbarem Scharfsinn
gedachten Systeme eine innere Consequenz und Berücksi
anerkannter Naturgesetze nicht absprechen, auch gereich
zum Vortheile, dafs es zwischen den streng vulcanisch
den eben so streng neptunischen die Mitte hält, und
daher zu seiner Empfehlung dienen, dafs die Wahrheit m
zwischen zwei Extremen diesen Platz einnimmt. Inzw
werden die Geologen nach dem jetzigen Standpuncte der W
schaft immerhin dagegen einwenden, dafs es zu viel Hy
tisches enthalte, und hierauf eben seine innere Consequ
Unwiderleglichkeit beruhe [1], wogegen sie vielmehr ver
dafs man vorerst in seinen Schlufsfolgerungen nicht weiter
dürfe, als wie weit sie durch unwiderlegliche Thatsach
begründet sind.

S. Breislak hat in einem weitläuftigen Werke theil
tiken älterer geologischer Hypothesen, theils und haupt
eine neue aufgestellt, welche zugleich durch eine Menge
brachter geognostischer Thatsachen unterstützt und gegen a

1 Sehr hypothetisch z. B. ist die Annahme einer Sch
Schwefelkiesen, und für den verlangten Zweck dennoch ung
da Schwefelkiese sich ohne Zutritt der atmosphärischen Luft a
durch bedingte Zersetzung nicht von selbst erhitzen. Vergl.

namentlich durch Pino gemachte Einwürfe vertheidigt ist [1].
würde sehr schwierig, und hier nicht am geeigneten Orte
, im Einzelnen zu zeigen, auf welche allerdings sinnreiche
e Breislak seine im Ganzen vulcanische Theorie mit der
gen Beschaffenheit der Erdoberfläche in Einklang zu bringen
, und es mag daher nur Folgendes genügen. Der Erdball
ursprünglich durch Hitze flüssig, also seine Bestandtheile
n geschmolzen, und so mufste er von selbst seine sphäroi-
e Gestalt annehmen Eine Auflösung der Fossilien im
er ist dagegen undenkbar, weil die hierzu erforderliche
ge von Wasser gar nicht vorhanden seyn konnte. Dagegen
lten durch Hitze flüssige Körper alle Bedingungen der
tallisation, und die Urgebirge konnten daher allerdings in
nigen krystallinischen Form gebildet werden, welche wir
an ihnen wahrnehmen, worauf dann der bis dahin thätige
nestoff latent wurde. Diese letztere Idee ist eine Eigen-
lichkeit der Theorie Breislak's, dafs die bedeutende Wär-
welche zum Schmelzen der Erdkruste, und eigentlich des
n Erdballs erforderlich war, nach ihr latent wurde, indem
asarten und Dämpfe der jetzigen Atmosphäre ihren Ursprung
hen [2]. Das Wasser erzeugte sich aus den beiden, dasselbe
ituirenden Gasarten durch Hülfe der Elektricität, oder zu-
n auch aus seinen beiden Grundlagen im Innern der noch
nden Masse, und auf diese Weise blieben Theile desselben
nchen Fossilien eingeschlossen, wo wir es noch jetzt wie-
den. Eben so existirten auch die Grundlagen der Säuren
gs in gasförmigem Zustande, diese verbanden sich mit dem
rer Bildung erforderlichen Bestandtheile des Wassers, nach-
mit den Basen zu Salzen; welche theils in der Erde theils
leere wiedergefunden werden. Breislak verwirft übri-
die Idee, dafs die Berge von Innen herauf durch vulcani-
Kräfte gehoben seyn sollen, denn obgleich einzelne klei-
Hügel auf diese Weise über die ebene Oberfläche der Län-
hemals emporgetrieben seyn mögen und noch selbst in der

---

1 Institutions géologiques par Scipion Breislak cet. traduites du
crit italien en français par P. J. L. Campmas. III Vol. avec
las de 56 planches. Milan 1818. 8. Deutsche Uebers. mit schätz-
n Anm. und einem kleineren Atlas durch v. Strombeck.

2 S. a. a. O. I. 161.

geschichtlichen Zeit auf diese Art entstanden sind, so kann man doch unmöglich den ungeheuern Bergketten sowohl der alten als auch der neuen Welt einen solchen Ursprung beimessen. Dagegen folgt aus der Natur der Sache, dafs die Abkühlung der Erdkruste nicht überall weder gleichmäfsig erfolgte; die zuerst erstarrten Theile mufsten daher wegen der nothwendigen Zusammenziehung beim Erkalten schon an sich höher bleiben, ausserdem entstanden Spalten und Risse von der gröfsten Ausdehnung, wodurch gleichfalls beträchtliche Massen gehoben und selbst über einander gestürzt wurden; die Gewalt der Dämpfe, welche aus dem Wasser durch die Hitze der glühenden Kugel gebildet wurden, beförderte nicht blofs solche Katastrophen, sondern hob auch die leichteren Theile mit Unterstützung durch die Schwungkraft der rotirenden Erde in die Höhe, während die schwereren sich gegen das Centrum senkten; endlich mufste sank später in Folge des allgemeinen Erkaltens der Erde der jetzige Meeresboden tiefer ein; und nicht blofs hierdurch, sondern auch durch das Zurückziehen des Meeres in unterirdische Blasenräume mufste die Fläche desselben beträchtlich tiefer, das feste Land aber ebendaher bedeutend höher werden. Der Ursprung der Hauptthäler ist dann auf gleiche Weise ein primitiver als der der Berge.

In Gemäfsheit dieser Theorie können sich in den Urgebirgsarten unmöglich Ueberreste organischer Wesen finden, deren Keime sich erst später nach einer beträchtlichen Abkühlung entwickelten, und deren Zahl, hauptsächlich in Rücksicht auf Seethiere ungemein zunahm, als das Wasser des Meeres von seiner Hitze bedeutend verloren hatte. Aus dieser allmäligen Abnahme der Temperatur des Erdballs, welche sich selbst noch bis in die historische Zeit erstreckt, wird es dann erklärlich, dafs sich die Arten der Thiere und Pflanzen gegenwärtig an denjenigen Orten nicht mehr finden, wo ihre vorweltlichen Reste jetzt in grosser Menge ausgegraben werden, ohne dafs es deswegen nöthig eine vorübergehende Ueberschwemmung anzunehmen. Ueberhaupt erklärt sich Breislak ganz entschieden und aus den wichtigsten Gründen gegen eine solche allgemeine Fluth und gegen solche Wirkung derselben, vermöge welcher die Ueberreste einer früheren Schöpfung auf die höchsten Berge geschwemmt wären, und beweiset dagegen, dafs mindestens eine grosse Menge versteinerter Seethire an denjenigen Orten, wo wir

versteinert finden, ruhig gelebt haben und gestorben seyn
n. Partielle Fluthen existirten allerdings, auch mögen
derselben so bedeutend gewesen seyn, dafs sie merkliche
derungen anrichteten, eine allgemeine aber, und von so
tenden Wirkungen, als manche Geologen ihr beimessen,
rch keine erwiesene Thatsache begründet und mit vielen
ben unvereinbar. Uebrigens ist Breislak rücksichtlich
eschichtlichen der Petrefactenkunde zwar sehr reich an
ssanten Thatsachen, allein seine Theorie ist hierüber etwas
lhaft, insofern er namentlich nicht bestimmt nachweiset,
elche Art die verschiedenen wechselnden Erdlagen bei
ntstanden, und die wohlerhaltenen Reste vom Mammuth
Sibirien gekommen seyn mögen. In dieser Beziehung
er nämlich nur aus vielen Gründen nachzuweisen, dafs
llmälige Abnahme der Temperatur unserer Erde und zu-
auch plötzliche Veränderungen derselben sehr wahrschein-
yen. Die Mammuths lebten früher wild in grofser Anzahl
rien, wurden durch einen kalten Winter plötzlich über-
im Eise begraben, und mit diesem durch grofse Fluthen
nach Norden geschwemmt. Manche Erscheinungen las-
h nach Breislak auch daraus erklären wenn man annimmt,
iher auf hohen Theilen der Erde grofse Binnenmeere,
B. noch jetzt der Ural, vorhanden waren, welche nach
denen Durchbrüchen abflossen. Aufserdem mufsten in
heit der vulcanischen Bildung der Erdrinde grofse Höh-
im Innern vorhanden seyn, und es läfst sich denken,
Wölbungen derselben durch heftige Erdbeben zu wie-
nmalen einsanken, so dafs das Meer sich wieder über
reitete, wonach abwechselnd Schichtungen von Ueber-
n des salzigen und des süfsen Wassers, wie bei Paris,
n konnten.

hier mitgetheilte Uebersicht der zahlreich aufgestellten
chen Hypothesen[1] soll auf Vollständigkeit keine Ansprü-

---

r Literatur über dieselben dienen noch Sullivan Uebersicht
etc. a. d. Engl. Leipz. 1795. T. I. De la Métherie Theo-
de. Th. III. von Forster. Dessen Leçon de Géologie. T. III.
f. und viele andere. Aus Furcht zu grofser Ausführlichkeit
viele geologische Systeme gar nicht genannt, z. B. die älte-
talischen, der griechischen Philosophen, unter den neueren
er, des van Mons. Fleuriau de Bellevue, Dolomieu, Mit-

che machen, noch weniger aber würde es hier am rechten Or seyn, dieselben kritisch zu prüfen oder ihre Anzahl um e neue zu vermehren. Dagegen ist es der Sache angemessen ei allgemeine physikalische Grundsätze aufzustellen, welche b jeder möglichen Theorie zu beachten sind.

1. Es ist schon bemerkt, dafs der Ursprung des Welt überhaupt und somit auch desjenigen Theils desselben, welc unsere Erde ausmacht, ganz aufserhalb des Gebietes mensch cher Kenntnifs liegt. Die bis jetzt in Anwendung gebrach Mittel unserer Forschung reichen noch keineswegs hin, alle Th des Weltalls zu kennen, und wenn gleich das menschliche A durch Hülfe der Riesenteleskope in unermefsliche Fernen d so ist doch der hierdurch unvollkommen erkannte Raum v nur ein unbedeutender Theil des Ganzen, und was man in jenen in Folge vieler angestellter Beobachtungen ausgem ist dem bei weitem gröfsten Theile nach blofse Muthm und kühne, wenn gleich wahrscheinliche, Hypothese. Es aber lächerlich, aus der unvollkommenen Kenntnifs der B einiger weniger Planeten und Fixsterne, diejenigen Theo entnehmen zu wollen, welche zur Erklärung des Ursprungs noch gröfstentheils unbekannten Ganzen erfordert werde der bescheidene Naturforscher verweiset dieses daher a

---

CHEL, FONTENELLE, IBERTI, JAMES, HALL in Trans. of the Ed X. 2., BERTRAND in J. de Ph. XLIX. 120. ESMARK in Edinb. N. S. III. 107. Ursprünglich in Mag. for Naturvidenskaberne 1824. I. 28. KNIGHT in Theory of the Earth. 1820. FAUJAS FOND in Essais géologiques, CORDIER in sur les substances dites en Masse. 1815. CONYBEARE in Geology of England KNIGHT in Wernerian Memoirs. 1811. u. a. Eine sehr ausführ sammenstellung der verschiedenen Theorien findet man in Ru pedia. Art. Cosmologie. Noch vollständiger im Art. Earth; Minder vollständig ist G. PENN in A comperative estimate of the ral and mosaical Geology. Lond. 1823. Das eigene System welches ganz die Mosaische Urkunde zum Grunde hat, ist eben wegen weder neu noch mit den Thatsachen übereinstimmend gleiche Weise geht auch BONNAIRE MANSUY in Cosmogonie formation de la terre cet. Par. 1824 von dieser Urkunde als sigen sicheren Anhaltpuncte aus. Die neueste geologische The LINK in Handbuch der physischen Geographie. Berl. 18 übergehe ich mit Stillschweigen, weil sie in dem bis jetzt er nen ersten Theile noch nicht vollständig enthalten ist.

ıbiete der Physik in das Gebiet des religiösen Glaubens, wo-
ı es bis jetzt noch gehört.

2. Keineswegs hiermit gleichstehend ist die Frage, ob die
le aus einem Kometen, aus kometarischer oder Meteorstein-
sse entstanden sey, denn hierbei liegt Erfahrung, wenn gleich
sofern eine mangelhafte, zum Grunde, als uns die physische
ıchaffenheit der Kometen noch unbekannt ist. Rücksichlich des
netarischen, oder damit nahe verwandten, Ursprungs unse-
Erde, aus vermeinten Meteorsteinen ist die Frage schon oben
ührt, und an einem anderen Orte [1] bereits angegeben, dafs
ıicht blofs denkbar sey, die Erde bestehe aus Meteorstein-
se, sondern dafs sich diese Hypothese auch mit triftigen
nden unterstützen lasse. Im Ganzen wird aber zur Aufstel-
der Geologie nicht viel damit gewonnen, wenn sich diese
lichkeit auch zur Gewifsheit erheben liefse, weil damit der
rüngliche Zustand der Erde noch keineswegs völlig genau
mmt ist.

3. Insofern die Geologie hauptsächlich die Aufgabe zu lösen
wie die anfängliche Beschaffenheit des Erdballs war, und
ı welche Veränderungen derselbe zu seiner jetzigen Beschaf-
it gelangte, so läfst sich aus genugsam begründeten That-
n überzeugend darthun, dafs der ganze Erdball ursprüng-
m Zustande der Flüssigkeit war [2], ohne zugleich bestimmt
ıtscheiden, von welchem Grade der Fluidität, auf allen
ber von einem solchen, dafs die Rotation die Erzeugung
elliptisch sphäroidischen Gestalt bewirkte, und die ein-
ı Schichten gleichmäfsig übereinander gelagert wurden,
entweder die schwereren Theile sich mehr nach dem Cen-
ıinsenkten, oder, unter der Voraussetzung einer gleich-
ı *Beschaffenheit* des ganzen inneren Erdballs, die dem
ɔuncte näher liegenden Theile durch den enormen Druck

S. *Erde* Th. III. S. 1070.

La Place Syst. du Monde II. 142. 443. Eben derselbe in Méc. 12. sagt, die den Quadraten der Sinusse der Breite proportional Abnahme der Pendellängen beweiset, dafs die Schichtungen e regelmäfsig um den gemeinschaftlichen Schwerpunct gelagert und fast elliptisch sind. Hieraus folgt aber nothwendig ein ursprünglicher Flüssigkeitszustand der Erde.

der oberen Schichten eine gröfsere Dichtigkeit erhielten. Die Gründe hierfür sind schon früher mitgetheilt [1].

4. Ein Hauptpunct der geologischen Untersuchungen betrifft nun aber die Frage, ob dieser Flüssigkeitszustand der Erde auf der ersten Stufe ihrer Ausbildung ein feuriger oder ein wässeriger war. Gegen die letztere Hypothese erklärt sich die Chemie ganz entschieden. Obgleich nämlich nicht mit vollkommener Gewifsheit bestimmt werden kann, woraus der eigentliche Kern der Erde besteht, und wie grofs daher die Auflöslichkeit der ihn bildenden Substanzen im Wasser seyn mag, so ist doch blofs die Auflösung der Fossilien, welche die äufsere Erdkruste bilden, eine solche übermäfsige Menge Wasser erfordert, dafs, ohne seine Zuflucht zu einem Wunder zu nehmen, kein Mensch im Stande seyn würde nachzuweisen, wo diese ungeheure Menge desselben später geblieben sey. Wollte man sagen, dafs auch der primitive Zustand dieser, die Erdkruste bildenden Substanzen unbekannt sey, und immerhin ein anderer gewesen sein könne, als welchen die Chemie nach den jetzigen Erfahrungen annimmt, daher sie dann vielleicht auflöslicher im Wasser gewesen wären, als wir jetzt finden, so mufsten sie doch auf jeden Fall einmal in denjenigen Zustand übergehen, in welchem sie sie gegenwärtig beobachten, und sollen dann die noch jetzt vorzeigenden Krystalle diese ihre Form aus einer wässerigen Auflösung erhalten haben, so führt dieses doch allezeit wieder auf die obenbene Schwierigkeit, ohne sie im mindesten zu lösen. Aufserdem würde eine solche Argumentation sich aus dem Gebiete der

---

1 S. *Erde* Th. III. S. 920. u. 940. J. Ivory in Phil. Trans. S. 2. ff. findet ein Argument gegen den von Newton, La Place angenommenen Satz einer ursprünglichen Flüssigheit der Erde in Erfahrung, dafs so viele schwere Körper in ihrer Kruste gefunden werden, die vermöge ihres spec. Gewichtes hätten niedersinken sen, desgleichen in der Form des Landes und der sie umgebenden Meere, so wie in der Tiefe der letzteren, wenn man nicht annehmen wolle, dafs das Land nachher gehoben sey. Die letztere Ursache stimmt aber mit der gangbaren Theorie der Vulcanisten überein, bei zugleich ein Sinken des Meeresgrundes angenommen werde. Dem ersteren Einwurfe steht aber der Umstand entgegen, dafs jetzt in der Erdkruste sich findenden schweren Körper, namentlich die Metalle, ursprünglich gewifs nicht in ihrem jetzigen gediegenen Zustande vorhanden waren.

ten und Thatsächlichen in das Gebiet des Unbekannten und Hypothetischen verirren, und somit der ganze Standpunct Untersuchung verrückt werden. Gegen einen feurigen Fluſs rdballs oder mindestens die zur Verschiebbarkeit und gehö- Lagerung der an Dichtigkeit regelmäſsig abnehmender Ku- hichten erforderliche Erweichung der inneren Theile und zur Krystallisation der Kruste erforderlichen Flüssigkeits- nd hat man stets eingewandt, daſs geschmolzene Erden metallische Substanzen nicht so vollständig und schön kry- iren, als wir dieses namentlich bei den granitischen Ge- n wahrnehmen. Die Vulcanisten beantworten indeſs die- inwurf dadurch, daſs sie sagen, die Krystallisation wür- lerdings vollständig erfolgen, wenn nur der Grad des gseyns durch hinlängliche Hitze genugsam gesteigert sey, ie Krystallisation unter gehörigem Drucke und langsam erfolge. Zur Unterstützung dieser Behauptung dienen allerdings die oben angegebenen wohl nicht genugsam digten Versuche von Hall [1] und insbesondere einige wodurch jüngstens Mitscherlich die Wissenschaft be- rt hat. Es ist diesem nämlich gelungen, verschiedene lle, welche sich in der Natur finden, auf trockenem Wege ch herzustellen [2], wovon man, ungeachtet der früheren he von Hall, die Möglichkeit zu bezweifeln geneigt war. rigens Krystalle, namentlich auch von Quarz, auf nassem ntstehen können, dieses ist auf keine Weise zu bezwei- nd durch directe Erfahrungen durch Silliman [3], Brew- u. a. bewiesen.

Wenn gleich hiermit die Möglichkeit dargethan ist, krystallisirten Urgebirge, und namentlich der Granit, kenem Wege gebildet seyen, und die anderweitig durch Gründe unterstützte Hypothese der Vulcanisten auf diese ein auſserordentliches Uebergewicht erhalten hat, so

---

ie neuesten findet man in Ann. of. Phil. N. S. 1826. Oct. raus in v. Leonhard Zeitsch. f. Miner. 1827. I. 415.

n. Chim. Phy. XXIV. 355. Ann. des Mines IX. 176. Edinb. Sc. III. 129.

ner. Journ. of. sc. VIII. 282.

linb. J. of sc. III. 140.

verliert sich die Geologie doch alsobald wieder in das dunkle Gebiet des blofs hypothetischen. Die ursprüngliche Bildungsgeschichte unseres Erdballs läfst sich nämlich mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit so vorstellen, dafs die Hauptmasse der Erde durch die Vereinigung von Meteorsteinen und Meteoreisen gebildet sey, wie wir diese noch jetzt häufig auf der Erde ankommen sehen, und deren Zahl anfänglich weit gröfser seyn mufste, ehe sie zu diesem und den übrigen Planeten vereinigt waren[1]. Mögen nun diese, ohne Zweifel kosmischen Massen wirklich kometarisch oder den Kometen blofs ähnlich sein, so kommen sie doch noch jetzt in einem Zustande der Weichheit und des Geschmolzenseyns im Bereiche unserer Erde an, und es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, dafs es ehemals anders gewesen seyn sollte. Die Erde konnte daher diejenige Beschaffenheit ihres Kernes erhalten, welche ihr gegenwärtig nach allen übrigen Wahrscheinlichkeitsgründen eigen ist, auch konnten durch Abkühlung der oberen Rinde die Urgebirge gebildet werden. So weit fügt sich alles den bekannten Thatsachen vortrefflich an, aber entsteht die Frage, welche Rolle spielte hierbei das Wasser? War dasselbe ursprünglich schon vorhanden, kam es allmählig und in verschiedenen Perioden hinzu u. s. w.? Hier ist alles hypothetisch, und durchaus kein fester Anhaltpunct vorhanden. Dafs Wasser aus dem Weltraume auf eine gleiche Weise wie Meteorsteinmassen auf die Erde gekommen seyn sollte, dafür ist keine Erfahrung vorhanden und kann auch nicht vorhanden seyn, sonst wäre es bei weitem am leichtesten anzunehmen, die Krystallisation der Erdrinde sey schon vollendet gewesen, als sie mit einer mächtigen Lage Wasser überdeckt wurde, wobei man hypothetisch noch hinzusetzen könnte, dafs die hohe respective Wärmecapacität des letzteren die Krystallisirung der Erdrinde bewirkt oder mindestens befördert habe. Poisson's, Brislak's, und Parrot's Meinungen über diesen Punct sind oben schon beiläufig erwähnt, Mitscherlich aber spricht sich noch bestimmter über dieselbe aus. Nach seiner Ansicht darf man annehmen, dafs nicht blofs die Erde, sondern auch das Meer, welche also beide vereint gleich anfangs existirt haben müfsten, eine höhere Temperatur hatten. Setzt man die des Meeres nur auf 100° C., so mufste die Oberfläche desselben

1 Vergl. die Gründe hierfür im Art. *Erde*. Th. III. S. 1[illegible]

Fuſs zur Bildung einer neuen Atmosphäre sinken, der Druck letzteren aber verdoppelt werden. Nach La Place soll dann mittlere Tiefe des Meeres vier geographische Meilen betra-[1], und wenn man annimmt, daſs 0,75 hiervon in Wasser-pf verwandelt war, so muſste auf die Oberfläche der Erde Druck von 2250 Atmosphären ausgeübt werden, wobei die se der Grundgebirge geschmolzen seyn konnte, ohne daſs Wasser kochte, und so konnte sie unter einer Decke glühen-Wassers fest werden. Vielleicht veränderte dieser hohe k die Affinitäten, indem z. B. in Urgebirgen oft kohlensau-alk und kohlensaure Bittererde angetroffen werden, welche in nischen Producten fehlen, wo diese Erdarten mit Kieselerde nden sind. Bei dieser hohen Pression vermochte die Kie-e nicht die Kohlensäure auszutreiben, wie bei den Pro-n der Vulcane. Es lieſse sich ferner hieraus die Anwesen-des Wassers in manchen Fossilien erklären [2], wenn diese s nicht erst später auf dieselbe Art entstanden sind, als sie jetzt entstehen. War ferner das Wasser nur bis 250° C. t, so muſste es vermöge seiner Ausdehnung 2000 F. höher n, als jetzt.

Von dieser Hypothese Mitscherlich's läſst sich allerdings runde sagen, daſs sie in sich consequent sey, und es folgt i im Ganzen mindestens so viel, daſs aus dem Vorhanden-les Wassers, auch wenn man annehmen will, daſs dasselbe anfangs mit dem glühenden Erdballe vereint existirt habe, ntscheidendes Argument gegen die Thorie der Vulcanisten ehmen sey. Insofern aber die ganze Vorstellung bloſs

---

Diese Angabe lese ich oft, jedoch ohne Nachweisung der Quelle, sie entnommen ist. La Place weiset nach in Mém. de l'Inst. daſs die mittlere Tiefe des Meeres nur *ein kleiner Bruch* des hiedes beider Erdaxen seyn könne, welcher *Unterschied* 21000 betrage. Eben dieses wird wiederholt in Expos. du syst. du II. 137, wo es wörtlich heiſst: qu'elle (la mer) doit être peu le, et que sa profondeur moyenne est du même ordre que la hau-oyenne des continens et des îsles au dessus de son niveau, qui *ne surpasse pas mille mètres.*

Es findet sich noch jetzt Wasser in einigen Basalten, z. B. in n der Pflasterkaute, von Faroe, aus dem Vicentinischen u. s. ouveau Bulletin de la soc. Philom. 1825. S. 124. Die Nepta-rollten dieses zum Beweise seines wäſsrigen Ursprungs benutzen.

hypothetisch ist, und ebensowohl noch andere Hypothesen e-dacht werden können, als man auch diese anders zu modeln und zu modificiren im Stande seyn würde, so scheint es mir überflüssig, weiter darauf einzugehen, bis erst durch neue Thatsachen das Ganze weiter aufgeklärt und fester begründet seyn wird.

6. Eine grofse Menge der wichtigsten und bedeutendsten Veränderungen der Erdkruste ist durch vulcanische Kräfte hervorgebracht, und da diese letzteren, welcher Theorie man auch huldigen mag, bei der jungen Erde ungleich thätiger seyn mufsten, als mehrere Jahrtausende nach ihrer anfänglichen gröfsten Umbildung, die geschichtliche Zeit aber unwidersprechlich darweiset, dafs bedeutende Bergzüge (namentlich der Jorullo mehr als 1500 Fufs über die früher bestandene Fläche [1]), einzelne Hügel und selbst Inseln im Meere durch vulcanische Kräfte die Höhe gehoben wurden, da ferner diejenigen Kräfte, welche so unglaublich hohe Lavasäulen zu heben und ungeheure Felsenblöcke hoch emporzuschleudern vermögen [2], sicher auch genügend zu betrachten sind, um selbst die ausgedehntesten Bergketten zu heben, so fafst die Hypothese derjenigen Vulcanisten nichts den Naturgesetzen Widersprechendes in sich, welche annehmen, dafs die meisten und gröfsten einzelnen Berge sowohl, als auch Bergketten erst nach der Erstarrung der äufseren Erdkruste, und nachdem diese schon eine geraume Zeit vom Wasser bedeckt gewesen war, durch vulcanische Kräfte emporgehoben wurden [3]. Hieraus erklärt sich dann leicht, wie die Ueberreste der frühesten Bewohner des Meeres auf den gröfsen Höhen der Berge gelangten, wo wir sie noch jetzt antreffen, und warum die Schichtungen der secundären und tertiären Gebirgsformationen ein so verschiedenes Streichen und Fallen zeigen. Manche von den hiernach in beträchtlicher Tiefe unter der Erdkruste entstandenen Höhlen mögen noch jetzt vorhanden seyn, wofür auch entscheidende Beobachtungen sprechen [4].

---

1 v. Humboldt in Journ. de Ph. LXIX. S. 148.

2 Vergl. *Vulcane.*

3 Diese Meinung hegt unter den neuern Geologen namentlich B. de Saussure in Voyages dans les Alpes. 1779 bis 1786. IV. §. 2500. Vorzüglich aber ist sie vertheidigt durch L. v. Buch in d. Berl. Akad. d. W. 1812—13. S. 141. 1818—19. S. 51. Geogn. Beob. auf Reisen durch Deutschl. u. Ital. II. 249.

4 S. *Höhlen.*

meisten aber sind gewifs mit dem eingedrungenen Wasser illt worden, welches in einigen noch jetzt vorhanden seyn ; , während die Mehrzahl wohl ohne Zweifel mit hineinge- ltem Erdreich ausgefüllt ist. Dafs übrigens diese Höhlen so fs seyn sollten, als erforderlich wäre, um das Wasser von em früheren Stande nach der Hypothese der Neptunisten bis einem jetzigen zu vermindern, dieses ist wegen der nach In- zunehmenden Dichtigkeit der Erde unzulässig, und wird wegen auch von D'Aubuisson [1] durchaus verworfen.

De la Place [2] stellt inzwischen eine andere Hypothese welche eben so gut neptunisch als vulcanisch seyn kann unterstützt sie scheinbar mit Gründen, welche aus der Be- ffenheit des elliptischen Erdsphäroids hergenommen sind. dem er namlich gezeigt hat, dafs zur Erhaltung des Gleich- chts der Erde und ihrer Schichten die mittlere Höhe der e der mittleren Tiefe des Meeres nahe proportional seyn , während die gröfsten Tiefen des letzteren den höchsten en der ersteren wegen schon erfolgter Zuschlemmung nicht h kommen, dafs aber sowohl die Erhabenheiten als auch ertiefungen auf der Erdoberfläche nur einen kleinen Bruch- des Unterschiedes der beiden Erdaxen ausmachen, und dafs h die unverkennbarsten Spuren einen früher höheren Stand leeres anzeigen, so schliefst er, dafs die wiederholten Ein- ngen der Inseln und eines Theiles des Festlandes, verbun- nit ausgedehnten Einsinkungen des gesammten Meeresbo- wodurch früher vom Meere bedeckte Theile trocken wur- durch diejenigen Erscheinungen deutlich angezeigt werden, e die Oberfläche der Erde und die Lagerungen auf dersel- ns darbieten. Um sie zu erklären dürfe man nur annehd- dafs diejenigen Ursachen, welche noch jetzt dergleichen ngen hervorbringen, sich damals kräftiger äufserten. Ein- gen eines Theiles des Meeresbodens mufsten aber einen so äfseren Tractus aufs Trockene bringen, je weniger tief eer früher an diesen Stellen war, und so konnten durch Mittel grofse Continente sich über das Wasser erheben, elchem sie früher bedeckt waren, ohne eine bedeutende lerung in der Gestalt des Erdsphäroids hervorzubringen,

---

[1] Traité de Geog. I. 413.
[2] Expos. du syst. du Monde II. 157.

wie denn überhaupt die Regelmäßigkeit der Gestalt des elliptischen Sphäroids der Erde erfordert, daſs die Einsenkungen des Meeres nur einen kleinen Bruchtheil des Unterschiedes beider Erdaxen betragen durften.

La Place scheint mir indeſs nur in einem Theile dieser vollständig mitgetheilten Darstellung Recht zu haben. Zuerst ist es unbestreitbar, daſs diejenigen Veränderungen, wodurch die Erdkruste ihre, bei der Erstarrung aus dem Flüssigkeitszustande als eben hervorgegangene, oder mindestens in jenem Zustande völlig ebene Oberfläche zu den jetzt vorhandenen Unebenheiten umbildete, hinsichtlich auf die gesammte Erdmasse und auch selbst im Verhältniſs zu dem Unterschiede beider Erdaxen nur eine geringe Gröſse betragen durften. Ausgemacht ist es ferner und auf allen Fall den Naturgesetzen nicht widerstreitend, daſs der Meeresboden an einigen Stellen oder auch wohl im Ganzen eingesunken seyn mag. Daſs aber die jetzige Unebenheit der Erdoberfläche aus solchen Einsinkungen allein erklärbar sey, sollte, dieses ist mit bekannten Thatsachen keineswegs leicht vereinbar. Zuerst streiten nämlich dagegen die kuppelförmig gewölbte Lagerung und das hiermit übereinstimmende Fallen der verschiedenen über einander gelagerten Felsarten [1], welches mehr auf ein Gehobenseyn der untersten Lager deutet, als sie sonst horizontal liegen müſsten, wenn man keine allgemein, bloſs einige höchste Puncte der Erdrinde nicht einschließend, und somit zu tiefe Einsinkung annehmen wollte. Zweitens ist es zwar wohl denkbar, daſs bei der Festwerdung der Erdkruste nach dem Flüssigkeitszustande blasige Räume entstanden, welche nachher einsinken und das Meerwasser aufnehmen könnten, allein daſs diese eine hinlängliche Weite gehabt haben sollten, um das gesammte jetzige Meer aufzunehmen, ist deswegen nicht so wahrscheinlich als die gewöhnliche Meinung der Vulcanisten, wonach vielmehr die Hervorragungen der Erde gehoben sind, weil man nur die Hälfte der erforderlichen Wirkung anzunehmen genöthigt ist, wenn man voraussetzt, die Berge seyen um eben so viel gehoben, als der Meeresboden gesank; und wenn man einmal zugiebt, daſs früher solche blasenförmig aufgetriebene Räume gebildet worden konnten, so

1. Vergl. Th. III. S. 1075.

an auch nicht wohl in Abrede stellen, dafs ihre Entstehung äter gleichfalls möglich war, während das Meer schon in ein d den andern jener älteren Räume hinabsank. Endlich aber rechen mehr Thatsachen für das Emporgehobenwerden von heilen des Erd- und Meeresbodens, als für Einsenkungen desben, wenn gleich beide Arten von Erscheinungen im Gebiete r Möglichkeit liegen, und M. v. ENGELHARD und F. PARROT[1] i Gründen zu erweisen suchen, dafs der Boden des Caspiien Meeres gesunken sey, oder das Wasser desselben sich in terirdische vulcanische Höhlen gezogen habe, folglich diese pothese durch ein erwiesenes Factum Unterstützung erhalten te.

7. Wenn gleich hiernach die ursprüngliche Gestaltung des lballs und die Bildung seiner Rinde nebst den wesentlichsten nitiven Veränderungen beider und somit auch der Erdoberhe durch vulcanische Kräfte hervorgebracht wurden, so darf dabei doch keineswegs dem Wasser eine bedeutende Mitkung bei der Erzeugung eines grofsen Theils der Felsarten prechen. Ganz entschieden verdanken diesem neptunischen lungsmittel die aufgeschwemmten Gebirge ihren Ursprung, nicht minder die tertiären, so wie auch wohl sicher minens mehrere der sogenannten secundären Gebirgsformationen, n gleich manche derselben durch spätere vulcanische Actio- bedeutend verändert seyn mögen. Am entscheidendsten, nicht ohne triftige Gründe, hat sich hierüber d'AUBUISSON[2] fsert, dessen Urtheil bei seinen grofsen geognostischen und ikalischen Kenntnissen gewifs von vorzüglicher Wichtigist. Nach seinem Urtheil müssen alle diejenigen Felsarten, he Reste von Seethieren enthalten, namentlich das grofse r von Kupferschiefer im Mannsfeld'schen mit den vielen enden von Fischabdrücken u. s. w. für einen Niederschlag iner wässerigen Auflösung gehalten werden, weil sich aus rt der Lagerung jener Petrefacten ergiebt, dafs die in ge und metallische Substanzen umgewandelten Thiere an nigen Orten früher gelebt haben, wo wir jetzt ihre Reste die Abdrücke derselben wiederfinden. Allerdings führt wieder zu der oben schon aufgeworfenen Frage, wo denn

---

[1] Reise in die Krym u. den Caucasus. Berl. 1815. I. 257.
[2] Traité de Geognosie. II Tom. Strafsbourg. 1819. I. 379. ff.

das viele Wasser geblieben seyn möge, welches alle jene Mi
ralien aufgelöset enthielt, und D'Aubuisson beantwortet dies
keineswegs, vielmehr sagt er, dafs dieses bis jetzt noch u
kannt sey; allein obgleich wir die auflösende Kraft des W
sers, in welchem namentlich jene Kupferkiese früher aufge
waren, nicht kennen, so spricht doch die Anwesenhe
Ueberreste lebender Wesen zu entscheidend für das ehe
Vorhandenseyn desselben, als dafs man dieses in Zweifel z
könnte. D'Aubuisson geht in diesen seinen Schlüssen
weiter, und meint, die so sehr vollständige Krystallisati
Urgebirgsarten und ihre keineswegs volltständige und be
Scheidung von den secundären deute sehr entscheidend
frühere Lösung im Wasser. Dafs dieser Schluſs geg
nicht mehr vollständig bestehen könne, ist oben nachge
insofern es jetzt als ausgemacht angenommen wird, dafs d
arten auch aus dem feurigen Flusse Krystalle von hinlä
Gröfse und Regelmäfsigkeit der Form liefern können;
wirklich keine feste Grenzscheidung zwischen den Urg
ten und denen der secundären Formation statt finde (z
denen noch die Uebergangsfelsarten in der Mitte liegen
nommen werden [1]), man daher befugt sey, aus der er
Anwesenheit von Resten früherer Meeresgeschöpfe in
teren auf eine neptunische Bildung der ersteren zu s
dieses ist eine Frage, welche die Geognosie zu beantwo
und ich bemerke darüber im Allgemeinen nur so viel,
neptunische Bildung aller derjenigen Felsarten, worin si
facten aus dem Thierreiche finden, wenn sie anders ni
durch Zufall später hineingekommen sind, schwerlich
Zweifel gezogen werden kann. Ohnehin zeigen die zur
dären Formation gehörenden Sand- und Kalksteinfelsen s
scheidende Kennzeichen eines solchen Ursprungs, in
vielem Grunde angenommen wird, dafs aller Sand aus
deten Trümmern des Quarzes der Urgebirge entstanden s
zwischen bleibt hiermit noch immer die Frage unbea
wie der jetzige Vorrath des Wassers auf der Erde alle
nach aus demselben niedergeschlagenen Felsarten aufgelö

1 D'Aubuisson a. a. O. I. 388. nennt blofs terrains primi
secondaires. und hält beider Bildung für analog. Uebrigens
er ains intermediaires an. S. a. a. O. II. S

abe, wozu nach unseren jetzigen Kenntnissen derselbe egs ausreicht, und eine gröfsere Menge hypothetisch men, führt offenbar zu einer neuen Hypothese, wo- selbe später vermindert seyn müfste. Es liegt sehr nahe Sache, nach den Hypothesen von MITSCHERLICH und ulcanisten zu folgern, dafs das unter stärkerem Drucke he heifsere und vielleicht bis zur Temperatur der Glüh- teigerte Wasser eine ungleich gröfsere auflösende Kraft habe, wodurch dann die vulcanische und neptunische se mit einander vereinigt werden würden. Bis jetzt ir indefs keine Erfahrung, wonach allgemein die Auf- it der Erden im Wasser durch erhöhete Temperatur be- gesteigert wird, und bei der Kalkerde findet gerade das eil statt. Wollte man diesem entgegensetzen, dafs noch ersuche vorhanden seyen, worin die Hitze des Wassers gesteigert wurde, als bei der ursprünglichen Bildung der d ihrer Rinde angenommen werde, und man daher die stattfindende auflösende Kraft des Wassers noch nicht o verliert man sich abermals in das Hypothetische. Ob igens eine eigentliche Auflösung der Fossilien im Was- l nicht vielmehr eine innige Mengung beider als genü- r Erklärung der Entstehung mancher Gebirgsarten anzu- habe, darüber mafse ich mir kein entscheidendes Ur-

Eben so wenig als vieles anderes ist bis jetzt noch der g der Gänge ausgemacht. Folgende Meinungen hier- d nach D'AUBUISSON [1] ganz unzulässig: 1. Man be- sie als Ramificationen eines im Innern der Erde befind- rofsen Stammes. 2. Oder sie sind aus der Masse des durch gewisse unbekannte Agentien entstanden, von ie durchdrungen wurden. 3. Endlich waren die Spalten rinde früher vorhanden, und wurden erfüllt durch das ;ende Regenwasser mit denjenigen Substanzen, welche en Einfluss des Sonnenlichtes oder der Luft oder der aus nern der Erde verflüchtigten Stoffe in die jetzigen Gang- und Mineralien verwandelt wurden. 4. Auch die Hy- des DE LA MÉTHERIE findet D'AUBUISSON unzulässig, die Fossilien der Gänge bei der Bildung der Erdrinde

[1] a. a. O. II. 652.

durch chemische Anziehung gleichzeitig aus der übrigen Mas
ausgeschieden und mit einander vereinigt seyn sollen, weil a
diese Weise nur einzelne Krystalle oder vereinte Haufen v
Krystallen, aber auf keine Weise so lang fortlaufende, u
fremdartigen Mineralien erfüllte Gänge gebildet seyn könn
5. Endlich verwirft er mit Werner auch die Meinung der
nigen, welche annehmen, die Spalten, worin die Gangm
eingeschlossen sind, seyen früher dagewesen, und mit sol
Substanzen erfüllt, welche verschiedene Flüssigkeiten aus d
umgebenden Gebirgsarten aufgelöset, und in den Spalten
mälig abgesetzt hätten. Die Gegengründe liegen hauptsäch
darin, dafs sehr häufig in den Felsarten keine Spur von
nigen Fossilien gefunden wird, welche die in ihnen befi
chen Gänge enthalten, und dafs gleichartige Gänge eine g
Richtung haben, während ganz von ihnen verschieden
eben den Gebirgen durchkreuzen. So gehen z. B. die z
haltigen Gänge bei Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge von
nach Süd, und schneiden die zinnhaltigen, welche von
nach Ost gerichtet sind. Nach Werner entstanden die G
spalten bei oder gleich nach der Bildung der Erdrinde, u
also offen, ehe sie von den Gangmassen ganz oder z
ausgefüllt wurden. Letztere kamen durch Infiltration
Räume vermittelst der Auflösung der zu oberst gelagert
standtheile, welche sich in jene Spalten hinabsenkten u
ansetzten. D'Aubuisson, obgleich ein grofser Verehr
Werner, glaubt zwar, dafs die Entstehung *einiger* Gän
diese Weise erklärt werden könne, allein als *allgemein*
rung sey sie durchaus unzulässig, weil sie nicht füglich
hen lasse, woher gerade die Gangmassen gekommen seyn
Gänge ohne Beimischung der Gebirgsfelsarten ausgefüllt
und dann wieder verschwunden seyn sollten; auch sey
nicht wohl begreiflich, wie nahe bei einander liegende
sich durchkreuzende Gänge mit verschiedenartiger Gan
angefüllt seyn sollten. Werner's Hypothese ist übrigens
neuesten Zeiten meistens verlassen, und die Geologen
sich mehr auf die Seite der Vulcanisten, nach deren M
die Gänge durch vulcanische Kräfte von Innen heraus
seyn sollen, nachdem die Gangöffnungen schon früher
Zerreifsung beim Emporheben der Erdkruste, oder als
bei der Abkühlung derselben entstanden waren. Die An

lste dann entweder durch Hinauftreibung der Gangmasse nach emporgehobener Lava oder durch Sublimation geschehen n. Bis jetzt hat indefs noch kein Geognost es unternommen, e von den genannten oder eine andere vulcanische Hypo- ie in einem solchen Umfange mit den über die genaue Be- ffenheit der Gänge bekannten Thatsachen in Einklang zu gen, als dieses durch Werner in Beziehung auf seine Hy- ese geschehen ist, und dieser Gegenstand erwartet daher h eine ausführliche Behandlung durch irgend einen gewieg- Geognosten und Chemiker.

9. Wie auch immer die uranfängliche Bildung der Erde hehen seyn mag, so ist zugleich so viel aus unbestreitbaren tsachen gewifs, dafs der Erdball sowohl damals als auch er, und zwar ununterbrochen, gewisse bedeutende Verän- ngen erlitten habe. Hierfür entscheiden unwidersprechlich iberall verbreiteten, von den roheren anfangenden und bis en feiner organisirten übergehenden Ueberreste der Pflan- und Thierwelt, nebst der eigenthümlichen Lage, Ver- ung und Beschaffenheit derselben [1]. Es ist ferner oben bemerkt, dafs vieles, auf die uranfängliche Gestaltung spätere Umbildung des Erdballs und hauptsächlich der Erd- e Bezügliches aus einer Veränderung des Schwerpunctes der und einem Wechsel der Richtung ihrer Axe gegen die tik erklärt werden könne. Eine Verrückung des Schwer- es ist ohne Nachweisung der sie bewirkenden Ursachen an nicht wohl denkbar, und findet in der durch Pendelbeobach- n ausgemittelten, regelmäfsig von Innen her abnehmen- Dichtigkeit ein unüberstéigliches Hindernifs [2], auch fällt wärtig das Hauptargument, worauf jene Vermuthung eines sels des Schwerpunctes gestützt war, nämlich die Un- heit der Dimensionen beider Erdhalbkugeln, weg, insofern früher aus La Caille's Messung am Cap gefolgert, durch uesten Untersuchungen widerlegt ist. Um so mehr An- r fand die Hypothese von einer veränderlichen Richtung

---

1. *Petrefacten.*

2. *Erde.* Th. III. S. 944. La Place Système du Monde. II. 134. *oben* Nr. 5 am Ende.

der Erdaxe [1], woraus sich allerdings die meisten Aufgaben der Geologie eben so natürlich als leicht erklären liefsen. Allein die Geologen dürfen dieses Mittel der Erklärung nicht benutzen, weil sich die Astronomen bestimmt dagegen erklären. Namentlich hat Bode [2] ausführlich die Gründe entwickelt, aus denen eine solche Hypothese unstatthaft ist, und La Place [3] erklärt auf das bestimmteste, dafs er sich bemüht habe, sie mit astronomischen Thatsachen zu vereinigen, aber stets wieder sich von der Unmöglichkeit dieser Hypothese überzeuge. Hiernach ist es also durchaus am leichtesten und den bekannten Naturgesetzen am angemessensten, die namentlich durch die Versteinerungen begründeten Veränderungen der Erdoberfläche von einer Hebung der Gebirge durch vulcanische Kräfte und von einer in früheren Zeiten überall höheren Temperatur des Erdballs abzuleiten. Die Ursachen eines Wechsels von Lagern mit Ueberresten von Produkten des Seewassers und der süfsen Gewässer, wie sie sich namentlich bei Paris nach Cüvier und Brogniard, südlich von London nach Webster und auch sonst noch finden [4], sind gegenwärtig noch problematisch; inzwischen würde es nicht schwer seyn, dieses Phänomen, jedoch blofs hypothetisch, mit Hutton [5] aus einem wechselnden Abflusse gröfserer Binnenseen oder aus einem wechselnden Stande des Meeres zu erklären.

10. Verschiedene nicht blofs ältere, sondern sogar neuere Geologen, und unter diesen selbst einige Koryphäen der Wissenschaft, als namentlich Cüvier [7], Buckland [8], [illegible]

---

1 Vergl. Meister de montium origine ab axis ter. mutat. [illegible] in Comm. Gott. 1782. p. 28. 1783. p. 101. und oben die Hypothese des Abbé Plüche.

2 Neue Schr. der Berl. Ges. Nat. Fr. II. 303.

3 Syst. du Monde. II. 138. Toute hypothèse fondée sur un déplacement considérable des pôles à la surface de la terre, [illegible] rejetée.

4 S. Th. III. S. 1075 und die dazu gehörige Kupfertafel.

5 Inst. geol. II. 488.

6 Dieses scheint die Meinung zu seyn, welcher Const. [illegible] zugethan ist, nach einer vorläufigen Anzeige seiner Abh. in [illegible] Ph. XXXV. 439.

7 Essay sur la Théorie de la Terre cet. Ein in mehreren Auflagen erschienenes classisches Werk.

8 Reliquiae diluvianae. Lond. 1823. 4. Zweite Aufl. eb. 1[illegible]

r [1] und viele andere sind geneigt, eine allgemeine grofse Fluth
:unehmen, wodurch nicht blofs verschiedene Veränderungen
Erdoberfläche herbeigeführt, sondern namentlich auch die
berreste urweltlicher Thiere entweder in grofse Haufen zu-
imengeschwemmt, und dann mit nachher zu Steinen erhär-
r Erde bedeckt, oder die Thiere selbst in die schon vorhan-
en Höhlen zusammengedrängt und dann darin umgekommen
ı sollen. Immerhin bleibt die Lösung der Frage, wie eine
ırhaft erstaunenswürdige Menge der verschiedenartigsten
ere, deren Ueberreste sich theils versteinert, theils blofs mit
e und Steinen bedeckt in einem dem Vermodern nahen Zu-
de gegenwärtig so häufig vereint finden, an ihren jetzigen
dort gekommen seyn mögen, ein höchst schwieriges Problem,
n es gleich nichts Widersprechendes in sich schliefst anzu-
nen, dafs die in aufgeschwemmter Erde häufig vorkommen-
Reste des Mammut, des Urstiers und anderer vorweltlichen
re durch partielle Fluthen von höheren Gegenden herab-
emmt und im Schlamme begraben seyn mögen, um so mehr,
ıanche einzelne Ueberreste derselben noch in den Lagerun-
:hemaliger Flufsbetten gefunden werden. Allein eine all-
ine Fluth, wenn man auch, abgesehen von den schon früher
leten Lagern der aus dem Meere entstandenen Versteine-
n, sie erst nach schon hergestellter Erdkruste stattfindend,
ls die letzte Katastrophe der grofsen Veränderungen un-
laneten betrachten wollte, ist durchaus unstatthaft, weil
: erzeugenden Mittel nicht ohne unnatürliche Hypothesen
inden sind. Wenn man von den älteren, den Naturge-
geradezu widersreitenden Erklärungen dieses Phänomens
iirt, so hat man neuerdings angenommen, ganz America
s dem Meere emporgehoben, oder es sey eine später wie-
tergegangene grofse Insel im stillen Meere durch vulcani-
.räfte gebildet, oder es sey ebendaselbst ein grofses Con-
ıntergegangen, oder eine Meteorsteinmasse von der Gröfse
ganzen Gebirges oder einer ausgedehnten Insel sey dort
gefallen, u. dergl. m. Alle solche ungeheuere Phänomene
:n zwar auf den ersten Blick gleich grofse Wallungen
uthungen der grofsen Wassermasse des Meeres erzeugen

---

[1] Essay on the Theory of the Earth. By Baron George Cuvier;
›logical illustrations by Prof. Jameson. Fifth edit. Lond. 1827.

zu können, und wenn man blofs bei der allgemeinen Betrachtung der Sache stehen bleibt, so scheint die hypothetische Fluth keine unnatürliche Wirkung einer so ganz ungeheuren Ursache. Sobald man sich aber die Mühe giebt, das Problem nach hydrostatischen und hydraulischen Gesetzen genauer zu prüfen, so tritt augenblicklich die Unmöglichkeit der Sache sehr augenfällig hervor, und ohne eine Aufhebung der bestehenden Naturgesetze oder die Annahme eines Wunders ist das Ganze undenkbar. Nur auf zweierlei Weise nämlich ist das Phänomen als geschehen zu betrachten, zuerst wenn man annehmen wollte, das Meer sey durch eine der angegeben Ursachen in eine plötzliche Wallung versetzt, habe dadurch die Fluth veranlafst und dann seinen ursprünglichen Stand nach statischen Gesetzen wieder angenommen, etwa in der Art, wie noch jetzt durch anhaltende Stürme bisweilen eingeschlossene Meere eine Ueberschwemmung der Küsten der herbeiführen; oder wenn man sich im Ocean eine solche Masse erhoben dächte, dafs das verdrängte Wasser allmälig seinen Stand so sehr erhöhet hätte, um die Ueberschwemmung zu erzeugen, dann aber durch Ausfüllung eines angemessenen Raumes zu seinem früheren Niveau zurückgekehrt wäre. Der erste Fall ist undenkbar; denn es kann allerdings wohl ein eingeschlossenes Meer, wie die Ostsee, der Genfersee u. s. w. auch der in einen Canal, eine Bucht, eine weite Strom sich verengende Ocean durch anhaltende Stürme in Oscillationen versetzt werden, dafs das Wasser partiell da, wo es

---

1 Wenn diese und ähnliche Veränderungen der Erdbahn von der Wirkung eines Kometen abgeleitet werden, wie z. B. Rhode. 8. Ueber den Anfang unserer Geschichte u. die letzte Revolution unserer Erde, als wahrscheinliche Wirkung eines Kometen, Berlin 1819, so wird man hier keine speciellé Widerlegung dieser Hypothese erwarten. La Place äufsert sich über die Nichtigkeit einer solchen Furcht in einer vortrefflichen Stelle, welche wohl der Erwähnung werth ist. Er sagt Syst. du Monde II. 60. Mais l'homme naturellement disposé à reçevoir l'impression de la crainte, que l'on a vue en 1773 la plus vive frayeur se répandre dans Paris, et de là se communiquer à toute la France sur la simple annonce d'un météore, lequel Lalande déterminait celles des comètes observées, qui peuvent le plus approcher de la terre: *tant il est vrai, que les erreurs, les superstitions, les veines terreurs et tous les maux qu'entraine l'ignorance se reproduiraient promtement, si la lumière des sciences venait à s'éteindre.*

lation einen Widerstand findet, etliche Meilen landeinwärts Küsten bis zu einer Höhe von 20 oder wohl gar 50 F. überwemmt, im weiten und überall freien Oceane aber sind sol- Oscillationen unmöglich, wollte man sich auch einen noch grofsen Körper hineingeworfen oder eine noch so starke Erütterung durch ein unterirdisches Erdbeben denken. Wie sich auch den Fall denken mag, so führt jede Berechnung zeit auf diese Unmöglichkeit, und nur diejenigen, welche allerdings grofsen partiellen Verheerungen der Küsten durch Meeresfluthen bei heftigen Erdbeben ins Unermefsliche, aber ins Unmögliche vergröfsert in ihrer Phantasie ausdenken, ben eine solche allgemeine Ueberschwemmung der ganzen e von ähnlichen, aber vergröfserten Ursachen ableiten zu nen. Zum Beweise möge folgende ohngefähre Berechnung en. Das Wasser bei der Ueberschwemmung des Bagnies[1] erreichte die gröfste, jemals beobachtete Geschwindigvon 32 F. in einer Secunde da, wo sie am stärksten war, durchlief im Ganzen eine Strecke von 18 Lieues in 5,5 Stun-

Sollte nun das an irgend einem Puncte der Erde gehobene in Bewegung gesetzte Wasser den halben Umfang der Erde, her 2700 Meilen beträgt, durchlaufen, damit sich die rsten Enden wieder vereinigten, so würden hierzu mehr 7 Tage erfordert werden. Jenes Wasser erhielt und behielt diese Geschwindigkeit, indem es auf der genannten Strecke 18 Lieues im Ganzen von einer 4187 F. betragenden Höhe stürzte, und sollte die Höhe, von welcher es auf jeängeren Strecke herabstürzen müfste, dieser proportioeyn, so würde sie jene in runder Zahl nur zu 4000 Fufs ommen, gerade eine Million Fufs oder nahe 42 Meietragen, oder man könnte auch annehmen, es hätte dem er eine Geschwindigkeit der Bewegung gegeben werden n, welche vermögend gewesen wäre, dasselbe zu eiöhe von einer Million Fufs empor zu treiben. So wie iese Höhe oder die derselben zugehörige Geschwindigkeit iefsens vermindert wird, wächst zugleich die oben ange- Zeit, und es ist undenkbar, dafs während dieser ver- en Zeit das bewegte Wasser nicht in sein altes Bette zuefsen sollte, ohne an das geforderte Ziel zu gelangen.

G. LX. 381. u. LXII. 108.

Ein anderer Gegengrund gegen eine solche Annahme liegt a der erforderlichen Menge des Wassers; weil dieser aber nur die zweite Ansicht trifft, so wird es am besten seyn, sie in i recter Beziehung auf diese zu prüfen. Wir wollen also annehmen, ganz America sey vorher unter dem Meere begraben gewesen, dann plötzlich durch vulcanische Kräfte gehoben [1], habe somit das Wasser aus der Stelle verdrängt, so dafs eine willkürlich lange Ueberschwemmung verursachte, bis sich wieder in den von diesem Lande früher eingenommen Raum verlief. Abgesehen von den übrigen bedeutenden Gegründen gegen eine solche Hypothese wollen wir annehmen mittlere Tiefe des Meeres über diesem Continente hab ganze geographische Meile betragen. Da nun die Oberfläch Erdellipsoids sehr genau 9260500 geogrophische Quadra beträgt [2], der Flächeninhalt von America aber nahe 572110 Q. M., so beträgt letzteres etwas mehr als $\frac{1}{16}$ von jenem, nur um den so vielten Theil einer Meile, also nur um konnte das Wasser allgemein über das Niveau des Meere gen, und es würden also selbst bei einer an sich so un chen Hypothese, welche die Annahme einer noch vorh ganz ungeheuern Wassermasse unter jenem Welttheile setzt, doch noch Oerter auf der Erde vorhanden seyn, dasselbe nicht kommen konnte, aber dennoch hinge seyn müfste, wenn man alle die Veränderungen aus dies tastrophe erklären wollte, welche man derselben gern sen möchte [3]. Dafs dagegen viele und mitunter ausg grofse partielle Fluthen statt gefunden, und sehr bed Veränderungen angerichtet haben mögen, ist wohl keine genblick zu bezweifeln [4]. Solche mufsten schon nac dig erfolgen, wenn die Berge durch vulcanische Kräf dem Meere erhoben wurden, dabei grofse Binnenmeere schlossen und diese späterhin ihre Ufer durchbrachen, u

---

1 F. H. Link in: Die Urwelt u. s. w. II. 82. leitet di meine grofse Fluth von der Erhebung America's her, welches a neues Land anzusehen sey.

2 S. Th. III. S. 934.

3 Aus andern gewichtigen Gründen erklärt sich gegen gemeine Fluth Flemming in Edinb. Phil. Journ. XXVIII. 205.

4 Vergl. v. Zach in Corresp. astron. T. XIV. Nr. 2.

n noch jetzt viele Districte, welche die unverkennbarsten
en an sich tragen, dafs sie früher unter Wasser standen,
ich dieses irgendwo einen Ausweg bahnte. Ueberhaupt
die, die Erdoberfläche verändernde Wirkung des Wassers
ich gröfser als in der geschichtlichen Zeit, da ohnehin die
othese mindestens mit einigen Wahrscheinlichkeitsgründen
stützt werden kann, dafs der Meeresboden im Allgemeinen
ken, der Spiegel des Meeres erniedrigt sey, und das
überhaupt an einigen Stellen sich ein Bette gegraben habe,
früher nicht vorhanden war. Saussüre [1] hält die zacki-
pitzen der Alpen, d'Aubuisson [2] die einzelnen konischen
, als die Landskrone in der Lausitz, die Felszacken bei
nstein in Sachsen u. a. für die Reste ursprünglich gröfserer,
gröfstentheils zerstörter Berge; die überall zerstreuten, ein-
liegenden Felsblöcke (sogenannte Findlinge) sind auf allen
Trümmer zerstörter Berge [3], bei deren Zerstreuung grofse
erfluthen ohne Zweifel mindestens oft thätig waren, und
die südlich vom Baltischen Meere zahlreich vorkommen-
irklich dem skandinavischen Granite verwandt, und zur
er Formation des Grobkalkes an ihre jetzige Lagerstätte ge-
en sind, wie Hausmann in seiner gehaltreichen Untersu-
über diesen Gegenstand behauptet [4], so könnte es frag-
werden, ob damals die Ostsee sich wirklich schon ihr Bette
en hatte, und ihr Spiegel mit dem jetzigen mindestens
iberein kam. Ueberhaupt, wenn man die zerstörenden
ngen betrachtet, welche noch gegenwärtig durch grofse
n angerichtet werden, wenn man die Menge von Steinen,
Erde und Sand berücksichtigt, womit sie nicht selten
ederungen überschütten, so darf man mit Recht vermuthen,
re Wirkungen auf der jüngeren Erde noch ungleich stär-
aren [5].

Voyages §. 2244.

Traité de Geog. I. p. 228.

Vrgl. Th. III. S. 1078.

Comm. Soc. Reg. Gott. 1827. Nach einer vorläufigen Anzeige
t. gel. Anz. 1827. Sept.

Da dieser ganze Artikel auf Vollständigkeit keine Ansprüche
s, sondern nur die Hauptsachen enthalten soll, so konnte auch
en ersten Abschnitten die Literatur selbst nicht relativ vollstän-
tgetheilt werden. Auf blofse Hypothesen, welche der richtigen

C. Spätere Veränderungen der Erd

Dafs die Bildung und Veränderung der Erde auf d
wisse Zeit beschränkt gewesen seyn, folglich einmal ga
hört haben sollte, ist auf keine Weise anzunehmen.
folgt sowohl aus Gründen der Wahrscheinlichkeit, a
entscheidenden Thatsachen, dafs diese Veränderung
Unterbrechung fortdauern, jedoch vermuthlich in ab
mender Zahl und mit verminderter Wirksamkeit. Um
einen bestimmten Anfang der eigentlichen Geschichte d
änderungen, welche die Erde und hauptsächlich ihre
litten hat, so liefsen sich die geschichtlichen von den
schichtlichen unterscheiden, da es aber nicht möglich
scharf begrenzten Anfang der Geschichte des Menschen
lässt sich jener nach ungleich weniger erweitern, und
daher in vielen Fällen nicht genau bestimmt werden.
eine, durch sprechende Thatsachen noch jetzt kenntl
änderung der Erdoberfläche vor dem Bewohntwerden
durch Menschen oder nach demselben erfolgte, oder ob
Perioden gehört, wenn gleich viele entschieden der g
lichen und einige sogar der neuesten Zeit bestimmt
Eine genaue Trennung nach der Zeitfolge ist daher
in diesem Abschnitt gehörigen Thatsachen unmöglich,
manchen bleibt es unbestimmt, in welche Zeit sie gehö
lich aber ist ihre Zahl so überwiegend grofs, dafs manch
nur die wesentlichsten derselben Platz finden können,
man zur leichteren Uebersicht nach den hauptsächl
den Ursachen unter gewisse Abtheilungen zu bringen

1. Wenn gleich die eigentliche *Bildung* der Gebi
dere namentlich die Porphyre, Puddingsteine,

---

astronomischen und physikalischen Principien ausgehen, so
folgenden Schriften enthalten sind: Theoretische Ansichten
Natur der Erde, Bonnen- u. Planetenwelt. Von S. T. S.
1798. 4. Zerstörungsweise des grofsen Planeten Ilogos
ert. Von J. G. Radlof. Berl. 1823. 8. Universalgeogr. Aufsätze
linear. ent. v. H. P. Hansal. Hann. 1819. 8. und mehrere
überhaupt hier Rücksicht genommen werden. Von
man zusammengestellt in J. G. L. Hasselquist die U
dem Daseyn und Untergange von mehr als einer Welt
III T. 8. und in dessen Die Vorwelt und die Mittelw

rere andere in der Urzeit ihre Entstehung aus den Trümmern
n bestehender und wieder zerstörter Felsarten verdanken, in
geschichtlichen Zeit aufgehört hat, so zeigen doch einige
ige Beispiele unverkennbar neuester Formationen dieser Art,
die hierbei thätigen Kräfte keineswegs aus der Natur ge-
runden sind, sondern noch nach der Bewohnung der Erde
h Menschen thätig waren. Hierhin sind zu rechnen die Ab-
ke von Menschen in den Felsen auf Guadaloupe. Die Ein-
renen nennen sie *Galibi*, womit ein Stamm der Caraiben
ichnet wird, woraus neben andern Gründen sehr wahr-
inlich hervorgeht, dafs sie nicht alt sind, sondern von den
chbarten Caraiben herstammen, welche dort ihre Todten zu
aben pflegten[1]. Obgleich daher der Begriff keineswegs ge-
festgesetzt ist, wie alt die Reste einer früheren Thier- und
zenwelt seyn müssen, um unter die Petrefacten gerechnet
erden, so kann doch der bisher angenommene Satz, dafs
ine eigentliche Anthropolithen giebt, hiermit sehr gut be-
n; allein dafs die Bildung der Felsen noch jetzt fortdaure,
unverkennbar hieraus hervor. Der Stein übrigens, worin
ich befinden, ist nach v. Chamisso[2] ein Corallenfels von
her Beschaffenheit als derjenige, woraus die Südseeinseln
hen. Incrustirte und in wirkliche, wenn gleich minder
Steinmassen eingeschlossene Menschenknochen findet man
ens viele. Dahin gehören auf Malta und Cephalonia[3] die,
ei Bilsingsleben in Kalk und am Ganges in Sand[4], die in Eng-
an mehreren Orten[5], die durch v. Schlottheim bei
nz[6] durch d'Hombres Firmas[7] und Marcel de Serres[8]
Durfort gefundenen. Die bei Sommerset ausgegrabenen
hen unbekannten Ursprungs wurden von einigen für Reste

König in Phil. Trans. 1814. p. 107. J. d. Ph. LXXIX. 190;
VIII. 198.

Kotzebue's Reise III. 31.

Thomson Ann. of Phil. 1816. Aug.

v. Leonhard cet. Propaedeutik d. Mineral. S. 230.

Buckland in Phil. Trans. 1822. I. 225.

Dessen Petrefactenkunde. Gotha 1820. S. 1.

Bibl. univ. XXIII. 277.

Ebend. XXIV. 11. J. d. P. XCII. 231. u. in Musée d'Hist. nat.
e Année p. 372.

ältester Menschenstämme gehalten [1], und Elsworth fand in der Gegend von Connecticut in dem dort weit verbreiteten rothen Sandsteine 23 F. unter der Oberfläche Knochen, welche leider zu sehr zerschlagen waren, aber dennoch von den Professoren der Medicin Ives und Knight für Menschenknochen gehalten wurden [2].

Für eine Bildung der Felsen in der geschichtlichen Zeit zeugen ferner ganz unverkennbar die in Steinen eingeschlossen noch lebend gefundenen Thiere, über welche höchst unglaubliche Thatsache so viele unverdächtige Zeugnisse vorhanden sind, dafs sie unmöglich in Zweifel zu ziehen ist [3]. Acht Beispiele dieser Art erzählen Lesser in seiner Lithotheologie und Franken [4], genau bezeugt ist das Auffinden einer lebenden Kröte im dichten Sandsteine eines Steinbruches in Schweden durch Graeberg [5]. Ferner sah Whiston eine lebende Kröte, welche ein Steinhauer in einem gespaltenen Marmorblocke auf der Insel Elp in einem Loche, etwas gröfser als sie selbst im dichten Gestein gefunden hatte, und Malpas fand ein solches Thier in einem Quadersteine, in welchen keine Oeffnung ging [6]. Murhard sah in einem Steinbruche bei Cassel, wo ein grofser solider Stein gespalten wurde, in der Mitte desselben drei lebende Kröten in einer elliptischen, inwendig mit einer gelblich braunen Materie lackirten Höhlung beisammen liegen. In dem überall gleich harten Steine fand sich überall durchaus keine weitere Verbindung mit der äufseren Luft. Lichtenberg, welcher diese Beobachtung mittheilt [7], meint wohl nicht mit Unrecht, es sey zur Erhaltung dieser Thiere hauptsächlich die Einsaugung des Wassers durch die Haut erforderlich, indem sie dieses im reinen Zustande stets in einer kleinen Blase bei sich haben, und sie könnten dieses vielleicht zersetzen, um davon zu leben und sogar zu wachsen. Minder auffallend wegen der begleitenden Umstände ist, dafs Gerhard zu Rodenborn in der Grafschaft Mansfeld eine lebende Kröte in einem

1 Bibl. Brit. XIV. 283.
2 Annals of Phil. XCV. 393.
3 Vergl. Treviranus Biologie. II. 11 ff.
4 Historie der Grafschaft Mansfeld. Leipz. 1723. I. 5. 3.
5 Schwed. Abh. III. 285.
6 Hamb. Mag. XVII. 5. S. 552 u. 54.
7 Vermischte Schriften Gött. 1804. II. 370.

ie fand. Das Loch, worin sie safs, war glatt, und wenig ier als sie selbst, oben auf der Oberfläche des Erdbodens aber man ein 12 Lachter tief herabgehendes Loch, welches 13 Z. ihrem Sitz aufhörte [1]. In Langedogen im Saalkreise fand unter ½ Lachter dicker Dammerde ein Lettenflötz von einiLachtern Mächtigkeit, in welchem 16 Z. unter der Ober- e eine lebende Kröte so enge eingesperrt safs, dafs sie ihre nicht bewegen konnte. Ihre Augen waren hell, sie wurde in och wieder eingesperrt, starb aber nach 8 Tagen [2]. Ulloa n einem von einem Bildhauer gespaltenen Marmorblocke lebende Würmer und nach der Angabe von Tassoni fand in einem gespaltenen Marmorblocke bei Tivoli einen le- gen Krebs [3]. Le Cat [4] erzählt, dafs Peyssonel auf Gua- pe einen lebenden Frosch in einem Felsen, und Le Prince creteville einen Krebs auf gleiche Weise eingeschlossen Scoolcraft berichtet, dafs die Arbeiter am Canal Evie ckport in der Grafschaft Niagara in einem aus der Tiefe lerten festen Steine eine Kröte fanden, welche an der Luft lig wurde, aber bald hernach starb [5]. Noch jüngstens in Geistlicher zu Eden in Suffolk in einem Kreideberge Salamander, welche mit Schleim überzogen waren, und lem Waschen sich bewegten, aber bald starben [6]. Wie diese und andere, auf gleiche Weise gefundene Thiere [7] Wohnort inne gehabt haben mögen, läfst sich nicht nach- , inzwischen sind sie gewifs nicht voradamitisch, und en daher evident die noch in neueren Zeiten geschehende g von Felsen.

Mém. de l'Acad. de Prusse. 1782. p. 13.

Voigt Mag. 1 St. 4. S. 35.

J. d. Ph. 1817. S. 308. An eigentlichen Marmor, welcher zu esten Felsarten gehört, ist weder hier noch im oberen Falle ten, vielmehr an jüngeren Kalksinterstein.

Dissert. sur les animaux vivans dans les pierres.

J. de Ph. XCV. 469. Edinb. Phil. Journ. Nr. XVI. p. 403. liman's Journ. entnommen. In jener Gegend ist Kalkstein vor- end.

Phil. Mag. 1816. Dec.

Die durch Hubert in einer gesunden, mannsdicken Ulme, und aigres zu Nantes in einer Buche gefundenen Kröten nach Hist. d. de Par. 1719 u. 1731 u. a. gehören hier nicht her, beweisen aber, che Thiere sehr lange in eingeschlossenen Räumen leben können.

Auch Ueberreste menschlicher Kunstwerke sind in Felsar-
ten eingeschlossen gefunden, und beweisen also eine Bildung
von jenen nach derjenigen Zeit, in welcher die Erde schon von
Menschen bewohnt wurde. Nach DE LASCOUR[1] fanden Stein-
hauer zu Auch im Departement du Gers zufällig ein regelmäfsig
gearbeitetes, ohne Zweifel als Mafsstab gebrauchtes Stück Kup-
pfer, 13 Lin. lang, 2 Lin. hoch und 2 Lin. breit, welches 3 Me-
ter tief in einem Kalkfelsen lag. Der Felsen war ganz und ohne
Spur einer Oeffnung oder eines neueren Ursprungs, aber von
ner Kalkstein. Die Mächtigkeit desselben betrug 4 Meter, da
ihm lag 1 Meter zerreiblicher Kalkstein und 2 Met. Damm,
so dafs das gefundene Kupfer im Ganzen 5 Met. tief von
herab gerechnet, gefunden wurde. Nach DE LA METHE[2]
wurden zu Doué unter mehreren Versteinerungen einige
nerne Beile gefunden, welche genau denjenigen glichen,
sich die Wilden in America bedienen, und BÜRTIN[3] redet
ähnlichen, welche sich 19 F. tief unter Versteinerungen
Das merkwürdigste, mit allen Umständen angegebene und
haft constatirte Beispiel dieser Art erzählt aber BOURON[4]
einer vom CHEVALIER DE SADES ihm mitgetheilten
welche allerdings eine Aufbewahrung verdient. Im Jahr
bis 88 beschäftigte man sich zu Aix in Provence mit dem
baue des Gerichtshauses, und nahm die Steine dazu am
benachbarten Hügel. Diese lagen schichtenweise, waren
grau und von der Art, dafs sie weich gebrochen wurden
sich dann an der Luft erhärteten. Die Schichten waren
eine Lage Kalk- und Thon-haltigen Sand getrennt. Die
sten 10 Schichten zeigten nichts auffallendes, aber die
war von der folgenden durch Muscheln getrennt. Als der
von der 12ten weggeschafft wurde, fand man Stücke von
hauenen Säulen und unvollständig behauene Steine von der
lichen Art als die oberen waren, aufserdem aber Winkel-
Hammerstiele und sonstige hölzerne Geräthe. Am auffal-
sten war ein Brett, 7 bis 8 Fufs lang, ohngefähr 1 Z. dick
in mehrere Stücke zerbrochen, jedoch ohne dafs eins der-

1 J. de Ph. XCI. 140.
2 Ebend. LX. 89.
3 Orographie de Bruxelles.
4 Traité de Mineralogie. II. 402.

te, zusammengesetzt aber bildete dasselbe genau ein Richt-
eid, wie es die Maurer unter die Setzwaage zu stellen pfle-
, auch eben so usirt, als diese durch den Gebrauch werden.
Chevalier de Sades nahm die Sache selbst in Augen-
in, fand die Steine unverändert, aber alles Holz in gut ge-
ten Achat verwandelt; alles lag 50 F. unter der Oberfläche.
lich erzählt auch v. Strombeck [1] folgende von ihm ge-
hte Beobachtung: „Als ich 1816 bei Osterwald Kohlenstücke
chlug, so fiel aus einem grofsen zerschlagenen Stücke ein
ter, gänzlich verrosteter, mit einer aus Bitumen und Eisen-
l bestehenden Kruste zum Theil überzogener eiserner Spitz-
ner. In dem Loche, worin ehemals der Stiel befestigt, be-
en sich glänzende Kohlentheile, die auch hin und wieder,
ohl in sehr kleinen Stücken, an dem Hammer zwischen dem
oxyde haften. Die Kohle, in welcher der Hammer steckte,
gänzlich durch den Schlag zersprengt, und rührte aus einem
is 80 Lachter tiefem Flötze her." Minder beweisend für
ufgestellten Satz ist die Thatsache, dafs 1782 bei Reckel-
im Münsterschen 20 Goldstücke aus dem 14ten Jahrhun-
in einem zerschlagenen Kieselsteine gefunden wurden [2],
och jüngstens 1812 silberne Münzen in einem kieselhalti-
teine, wovon die jüngsten aus dem 16ten Jahrhunderte
[3].

. Es kann nicht fraglich seyn, woher das Material zu
n gebildeten steinigen oder felsigen Lagerungen gekom-
ey, denn die atmosphärische Luft und Feuchtigkeit hat
her die freistehenden Felsen aufgelöset, wovon dann die
tücke durch ihr eigenes Gewicht herabrollen, durch des
r weggeschwemmt werden und die Niederungen ausfül-
o dafs nicht nur neue Lagerungen dort gebildet werden,
n auch die Berghöhen fortwährend abnehmen müssen,
r Erdball allmälig eine ebenere Oberfläche annehmen wird.
werden die Berge durch die Vegetation hiegegen ge-
, auf der andern Seite aber bewirken die Gewächse eine
ng der Felsen, indem sie die Oberfläche länger feucht

Anm. zur deutsch. Uebers. von Breislak Instit. Geol. T. II.

Lichtenberg Mag. III. 177.
Journal des Mines. Nr. 23.

erhalten, und ihre Wurzeln in die feinsten Risse eindringen. Die Sache ist im Allgemeinen so bekannt, und man sieht von hohen Bergen grofse Felsmassen zuweilen stündlich herabrollen und unermefsliche Mengen von Sand, Steinen und Schlamm durch die Flüsse zusammengeschlemmt, dafs es völlig genügt, nur die aufgeschwemmten Gebirge, die an manchen Orten in grofsen Massen aufgehäuften Hügel von Steinen und Erde, so wie insbesondere viele sichtbar durch die Bergwässer ausgespülte Thäler zu erwähnen, um die Bedeutsamkeit des genannten Mittels zu beurkunden [1].

3. Ungleich geringer, obgleich an sich nicht unbedeutend, sind diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche der Wind durch *Wegnahme* und *Fortführung* des *Sandes* anrichtet. In der Urzeit scheinen grofse Länderstrecken, welche wir jetzt mit Sand bedeckt finden, einen flachen Meeresgrund gebildet zu haben, ohne dafs sich die Zeit bestimmen läfst, wann sie trocken wurden. Manche derselben blieben ohne Zweifel noch später als Binnenseen unter Wasser, und wo diese, oder die zuweilen erst später entstehenden Sümpfe vertrocknen, weite Ebenen gebildet, wie am Caspischen Meere, am Aral. Hindert die Salzigkeit des Bodens den Wachsthum der Bäume nicht, so bilden sich dann Wälder, diese ziehen die Feuchtigkeit der Atmosphäre an und veranlassen Regen, wodurch eine gewisse dauernde Fruchtbarkeit erhalten wird; werden aber diese durch den Einfluss der Winde auf ihre äufsersten Enden oder durch andere Ursachen ausgerottet, so geht eine öde Sand-wüste hervor. Kein Welttheil zeigt dieses so auffallend, auf eine so eigenthümliche Weise als Africa, welches zum grofsen Theile mit tiefem Sande bedeckt ist, in dessen weiten Strecken die einzelnen *Oasen* [3] sich so lange erhalten, bis der Flugsand auch sie zu hoch überdeckt, oder mangelnder Regen das zu ihrer Existenz erforderliche Wasser nicht mehr liefert, wie dieses namentlich bei einzelnen schon bewohnten Oasen am Cap in den neuesten Zeiten nach Lichtenstein's Erzäh-

---

1 L. Bertrand Renouvellemens périodiques des continens terrestres. Paris an VII. 8. Vrgl. d'Aubuisson Traité de Géogn. 128 u. 224.

2 S. Falk topographische Beiträge u. s. w. I. 250.

3 Vrgl. Th. III. S. 1124.

Fall war [1]. Der in manchen solchen wüsten Gegenden und mehrere Fuſs tiefe Sand besteht gröſstentheils aus bekannten feinen Meeressande, oder Flugsande aus grö- n Kiessande, und ersterer ist es besonders, welcher vom de fortgetrieben unglaubliche Verheerungen, namentlich frica, Asien und in geringem Umfange selbst in Europa, htete. Am furchtbarsten sind diese Wirkungen in Mittel-, fallen aber dort weniger auf, weil der ganze Di- ohnehin unbewohnbar ist, am nachtheiligsten äufsern sie ıber von der libyschen Wüste aus nach Aegypten hin, wo and dem Nile stets näher rückt, und in der Provinz Gizeh bis auf eine halbe Meile von seinem Ufer vorgedrungen Hierdurch sind die früher vereinten Natronseen jetzt in 6 ilungen getrennt, die grofse und kleine Oase, welche zu DOT's Zeiten noch zusammenhingen, waren 450 Jahre nach STRABO's Beschreibung schon getrennt, die grofse t kleiner und die kleine liegt jetzt vom See Moeris ent- an den sie früher grenzte; der Tempel von Thebae steckt tief im Sande, und der berühmte, jetzt halb verschüttete c-Colofs, dessen schwarzes Haupt über das Mumienfeld ragt, gilt bei den Arabern für einen Talisman, welcher n Westen vorrückende Sandmeer stets beschwört, nicht nach Osten vorzudringen. DENON unter andern erzählt, ın noch viele Spitzen der Ruinen alter Städte aus dem hervorragen sieht, wobei es einen melancholischen An- ewährt, über früher bewohnte Ortschaften zu wandeln, vom Sande verschlungen sind; und die Verheerung noch stärker seyn, wenn nicht die westliche Seite Aegyp- rch einen dem Niele parallel laufenden Bergzug gegen die nen des Sandes geschützt wäre. Auf gleiche Weise wird ıd des Meeres von Barca am Nil-Delta an bis nach Sy- ndeinwärts getrieben, die Palmbäume am Ufer werden ihr begraben, und man sieht ihre dürren Reiser, so wie ıro bis Syrien die Spitzen der verödeten Wohnungen ein- s dem Sande hervorragen [2]. Aehnliche Ueberschüttun- rch den Sand findet man in Beludschistan, Afghanistan

---

1. RITTER's Erdkunde 1ste Aufl. II. 107.
2. DE LÜC in Mercure de France. 1807. Sept. Vorzügl. RITTER's e I. 389.

und andern asiatischen Wüsten [1]. In Europa ist hauptsächlich Niederbretagne bei St. Paul de Leon wegen der Eroberungen des Sandes bekannt, indem er daselbst einen District von mehr als 6 Lieues bis 20 F. hoch so überschüttet hat, dafs an manchen Stellen nur noch Schornsteine und Thurmspitzen hervorragen und der Stadt selbst gefährlich zu werden drohet [2]. Auch in Irland findet man ähnliche Erscheinungen [3], und der Erfahrung nach, soll der Sand zuweilen bis 6 Meilen weit durch den Sturm fortgeführt werden [4].

4. Höchst auffallende, von vielen Reisenden und den Lesern ihrer Berichte bewunderte, und fast unglaubliche Erzeugnisse auf der Erdoberfläche sind die *Corallenfelsen*, welche die Madreporen in erstaunlicher Menge aufführen. Insbesondere ist die Südsee mit ihren zahlreichen Inseln ein Schauplatz der Wirksamkeit dieser kleinen Thiere, indem sie theils die Ufer schon bestehender Inseln vergröfsern und Hafenmündungen verbauen, theils neue Inseln vom Grunde des Meeres an aufbauen und bis über die Oberfläche desselben fortsetzen. Solche einzelne Inseln findet man daselbst in Menge, welche meistens wie Schwämme, aus einem dünneren Stiele und einem sich ausbreitenden Hute bestehen. Alle Reisenden in jenen Gewässern reden mit Bewunderung von den unglaublichen Werken dieser kleinen Thierchen, und es sey erlaubt, nur einige wenige Zeugnisse derselben beizubringen. Péron [5] erzählt dem, was er bei Timor sah: „Das ganze Gestade war von Madreporen gebildet, alle Felsen, auf denen man trockenen Fusses ging, waren belebt, beseelt, und erschienen unter so vielen sonderbaren und seltsamen Gestalten, mit so mannigfaltigen, reichen und so reinen Farben, dafs die Augen davon geblendet wurden. Diese Thierchen spielen die Hauptrolle bei der Versperrung des Hafens von Babâô, sie erzeugen die riesenmäfsigen Felsmassen, hart wie Marmor, welche die kleinen Inseln in der Bay bilden, und sich durch dieselben Ursachen, aus welchen

---

1 S. Elphinstone's Cabul. S. 492.

2 Hist. de l'Acad. 1722.

3 S. Einleitung in die Geologie und Mineralgeographie von Irland. Von R. Bakewel. Uebers. von Müller Freyb. 1819. 8.

4 Mém. de l'Acad. 1719.

5 Reisen d. Ueb. I. 122.

rst entstanden sind, täglich weiter ausbreiten. Mitten in
ergen des Innern von Timor, in dem tiefen Schofse der
e und Ströme, überall findet man die Ueberbleibsel dieser
hlichen Thiere, ohne dafs die Einbildungskraft begreifen
, durch welche Mittel die Natur diese grofsen madrepori-
Ebenen so hoch über die gegenwärtige Fläche der Meere
porheben können [1]. Eine genaue Beschreibung der Ent-
ig der neuesten Madreporeninseln in der Südsee haben die
orscher geliefert, welche Kotzebue auf seiner Reise in
egenden begleiteten [2]. Die Madreporeninseln sind an ei-
Stellen sehr zahlreich, an andern aber finden sie sich gar
woraus sich schliefsen läfst, dafs sie nur auf erhöhetem
grunde bauen. Sie führen ihre Gebäude theils in die
uf, theils vermehren sie den Umfang. Die grofsen Ma-
en, welche die grofsen Blöcke bilden, lieben die Bran-
nd können die ausgeworfenen Muschelschalen nicht dul-
alten sich daher zunächst an die Brandung, weswegen
fsenseiten der Riffe zuerst empor kommen. Sind diese so
dafs die Felsen bei niedriger Ebbe fast trocken werden,
n sie auf zu bauen, es vereinigen sich Muschelschalen,
ken, Seeigelstacheln und der Sand, welcher durch Zer-
derselben entstanden ist, zu einem festen Gesteine, wel-
rch neue Materialien dieser Art zunimmt, bis nur die
n Fluthen das Gebilde überdecken. Die Sonnenstrahlen
solche Steine und die Wellen thürmen mehrere dersel-
r einander, die Brandung wirft Corallenblöcke, oft 6 F.
d 3 F. dick hinauf, der Sand wird allmälig fest und
lie zugeführten vegetabilischen Stoffe auf, es finden sich
in, welche zur Bildung einer Decke von Dammerde bei-
und zuletzt wird die neue Insel ein Wohnsitz der
n.

che Inseln stehen zuweilen allein, meistens aber bilden
länglichten Kreis, welcher aus mehreren, ja bis 60
kleinen Inseln besteht [3]. Diese, durch gröfsere und

---

sch Mac. Culloch sind sie durch vulcanische Kräfte geho-
hes kaum glaublich ist. S. J. de Ph. XCVI. 102.

otzebue's Reise. III. 187.

der angezeigten Reise Kotzebue's sind einige solche Inselgrup-
. Radak, sehr genau gezeichnet.

kleinere Zwischenräume getrennt, bilden eine Art von Kra
und schliefsen einen See in sich, meistens nur 30 bis 35 F
tief, in welchen hineinzukommen oft gefährlich ist. Die
Winde am meisten ausgesetzten Seiten werden am ersten
ben; im eingeschlossenen Wasser finden sich eine Menge
die Ruhe liebende Corallenthiere ein, bauen langsam
und füllen zuletzt den innern See ganz aus. Diese
Flächen bleiben stets etwas niedriger, und in ihnen sammel
das sonst gänzlich fehlende Trinkwasser durch den Regen
in Cisternen. Solche Inseln sind oft schon bewohnt, e
Kreis vollständig geschlossen ist, zuweilen aber wer
auch später noch bei sehr starken Stürmen durch das Mee
schwemmt.

5. *Eisfelder* und *Gletscher* schützen zwar den unt
befindlichen Boden gegen manche anderweitige Zers
allein theils zerreiben sie die härtesten Felsen bei ihrem
sinken [1], theils stürzen oft Theile derselben herab, un
zuweilen nicht ganz unmerkliche Verheerungen an. We
einige Vorstellung von der unermefslichen Eismassen d
scher hat, so kann man sich leicht denken, welche
Verheerungen ein auch nur kleiner Theil derselben d
Herabstürzen aus oft unglaublichen Höhen anrichten
dels möge wenigstens ein, durch verschiedene damit
menhängende Beobachtungen interessanter Fall hier er
den. Die äufserste Spitze des Randa-Gletschers, das W
genannt, liegt etwa 9000 F. über dem Dorfe Randa
Visp in der Schweiz. Am 27sten Dec. 1819 Morgens ge
stürzte die Spitze desselben mit donnerähnlichem Getöse
unteren Gletscher, wobei man ein Leuchten bemerkt
wollte [2], und so über das darunter liegende Dorf, welch
von den Eismassen selbst getroffen, wohl aber durch d
standenen Sturmwind zerstört wurde. Gilbert berech
Endgeschwindigkeit der fallenden Masse zu 740 F. in
und eine gleiche Geschwindigkeit hätte also theils die un
Eise comprimirte Luft, theils die mit demselben von ob
bewegte und nachströmende erhalten müssen, wenn die

1 Vrgl. *Eis.* Th. III. S. 139.

2 Gilbert Ann. LXIV. 216 hält dieses Leuchten für ein
der comprimirten Luft, nicht der Phosphorescenz des Eise

mehrfache Bedingungen bedeutend vermindert wäre. Jene
vindigkeit würde aber der mittleren einer Flintenkugel
ommen, und man kann daher auch bei bedeutender Ver-
ung derselben leicht erklären, dafs sie die des heftigsten
s leicht übertreffen konnte. Wirklich war der plötzliche
ofs so heftig, dafs er Mühlsteine mehrere Lachter weit
nd bis auf grofse Entfernung die stärksten Lerchenbäume
Wurzel ausrifs. Eisblöcke von 4 Cub. F. Inhalt, wur-
e halbe Stunde weit über das Dorf hinausgeschleudert,
tze des steinernen Kirchthurms herabgeworfen, Häuser
die Keller abgerissen, der herabgestürzte Schutt bedeckte
er dem Dorfe liegenden Länder und Wiesen in einer
von 2400 F., 1000 F. breit und im Mittel wenigstens
hoch, und die ganze Masse betrug 360 Millionen Cub. F.
licher Sturz fand schon 1636 statt, wobei 36 Menschen
n, kleinere ereigneten sich 1736 und 1786, ja der gröfste
es überhängenden, seiner Stütze beraubten Gletschers
leich anfangs Spalten und drohete den Einsturz, ohne
jetzt davon etwas bekannt geworden ist [1].

nd ist weniger bebauet und bevölkert als die Schweiz,
er wirken die Gletscher weniger Schaden bringend für
schen, an sich aber sind sie gleich interessant als die
ergletscher, und die dortigen Eisberge (*Yökuls*) erhal-
h ihre Verbindung mit den Vulcanen noch einen beson-
allenden Charakter. Der gröfste daselbst ist der Klofa-
welcher mit mehreren vereinten Bergen eine Fläche von
l. Quadratmeilen bildet. Das Eis der grofsen Yökuls
ft durch die grofse Hitze der Vulcane, schmelzt und
verheerende Ueberschwemmungen, wodurch ungeheure
n fortgeschwemmt werden, die sich dann anderswo wie-
n. Einer der gröfsten, der Breidamark-Yökul rückt
zteren Zeit so weit vor, indem er auch in wärmeren
nicht wieder zurückweicht, dafs er bald das Meer er-
und die Communication zwischen dem südlichen und
Theile der Insel auf dem Wege an der Küste sperren
Von 1772 bis 1814 war er 4 engl. Meilen vorgerückt.

LXIV. 216. Bibl. univ. XIII. 150. Vergl. Gruner die Eis-
schweizerlandes beschrieben. Bern 1760. III Vol. 8. Bourrit
toresque aux glaciers de Savoye. II. 14.

Das Vorrücken der Eisberge auf Island und in Norwegen ist
dort sehr allgemeine bekannte Sache, aber auffallend ist,
man auch ein Zurückweichen ihrer ganzen Massen, und
beides im periodischen Wechsel bemerkt haben will, so
dort von den beweglichen oder schwankenden Yökuls
und Erklärungen für dieses seltsame Phänomen sucht,
das Vorrücken leicht erklärbar ist [1], das Zurückweichen
kaum vorstellbar seyn würde, wenn man es nicht für ein
schmelzen der äussersten Ränder halten wollte. Beim
ken soll das Eis Spalten bis zu mehreren tausend Fuss
halten, diese aber sich wieder vereinigen, so dass
mehr sichtbar sind, wenn die Eismasse in ihre ursprü
Lage wieder zurückkehrt (?). Beim Vorrücken hat das
viele Kraft, dass es Felsen, wie Häuser gross, vor
schiebt, und zuweilen zermalmt, wenn sie gegen Berge
werden [2]. Zuweilen führen die Eisfelder, wenn sie sich
ben und fortrücken, Felsblöcke von mehreren Tonnen
wicht eingeschlossen mit sich fort [3].

6. *Bergstürze, Bergschliffe,* das Herabfallen oder
gleiten eines Theiles von einem über das Thal hervor
Berge, werden gleichfalls als Mittel zur Veränderung
oberfläche angegeben, wenn sie gleich unter die gering
hören. Diese, für einzelne Orte oft sehr nachtheilige
benheiten werden in der Regel dadurch veranlasst, dass
der ein Theil der herüberragenden Felsen einen Riss erhält,
cher neu entstanden oder auch ursprünglich vorhanden
und ausgewaschen seyn kann, worin sich Wasser sam
Winter gefriert, und durch die Ausdehnung des Eises
grösser und tiefer macht, bis die ohnehin überhängende
len auch ihrer Stütze durch Verwittern der unteren Fel
raubte Masse herabstürzt, oder dadurch, dass eine weiche
lage, meistens eine Schicht Lehm oder Letten, durch ein
des Wasser allmälig weggewaschen wird, bis die darauf

---

1 S. Th. III. S. 139.

2 Dav. Crantz Historie von Grönland. m. A. Barby. 17
mark Nat. Hist. Kiöb. 1769. IV. 60 ff. Ebendesselben Hetzen
u. s. w. A. d. Engl. von Francesson. Berl. 1820 u. 21. II T.
801. LXIV. 189 u. v. a.

3 Edinb. Encyclop. XIII. 426.

ichichten auf der geneigten und von Natur glatten Fläche gleiten. Als Erscheinungen dieser Art werden erwähnt das erfolgte Herabfallen einer Felsenwand des Berges Corto auf farktflecken Plürs in Graubünden und das Dorf Scilano, das geschehene Herabstürzen eines Theiles des Berges Dia-, wobei die Ruinen sich über eine franz. Meile verbreite-id die Trümmer an einigen Orten sich zu 30 Lachtern an-n[1], und der von Donati[2] beschriebene Bergsturz zu Sal-s in Savoyen im Jahre 1751. In den neuesten Zei-nd am bekanntesten geworden: 1806 der Sturz eines F. breiten und 600 F. tiefen Theiles vom Rofsberge, wo-ein 484 Menschen erschlagen und weit mehr beschädigt n[3], das Herabgleiten des Dorfes Strön in Böhmen[4], eines s vom Berge Kreuzkofel im Pusterthale, wodurch ein von 160 Wiener Klaftern Breite gebildet wurde[5], u. v. a., einzeln in geologischer Hinsicht unbedeutend sind, und ch öftere Wiederkehr merkliche Veränderungen anrich-nnen. Uebrigens soll diese Erscheinung im nördlichen von Island, wo sie *Skrida* genannt wird, gleichfalls sehr vorkommen[6], und überhaupt sind bergigte Gegenden ichlich die Ufer tief ausgewaschener Flufsthäler, ihr am ausgesetzt, wie unter andern Escher in seiner lehrrei-eschreibung der Bergschliffe im Nolla-Thale bei Thusis Batzokelberge ob Chur nachweiset[7].

Der Vollständigkeit wegen mögen die, in geologischer t unbedeutenden, obgleich nicht uninteressanten *Einsin-*gröfserer oder kleinerer Erdstrecken gleichfalls kurz er-werden, welche meistens dann erfolgen, wenn unter der Erdkruste ein Lager von weichem Erdreich allmälig aschen ist. Zuweilen mögen auch blasenartige Decken,

---

list. de l'Acad. 1715.

e la Metherie Theorie d. Erde. D. Ueb. von Eschenbach. 97. II. 255.

H. de Saussüre in J. de Ph, LXIV. 154. M. Cor. XV. 538. . LXIV. 432.

rankf. Zeit. 1821. Oct.

enderson Island I. 149.

Leonhard Taschenb. für die ges. Mineralogie. Jahrg. XV. 631.

welche früher durch vulcanische Kräfte gehoben wurden, d
hohl liegende Lava-Schichten auf diese Weise einsinken, w
für wenigstens der Umstand zeugt, dafs solche Einsinkung
Italien so häufig sind. Die einsinkenden Schichten senken
meistens langsam und mit Beibehaltung ihrer horizontalen L
zuweilen zerbrechen sie und die einzelnen Theile senken
in kurz auf einander folgenden Zeiten, wobei sie dann unre
lich übereinander fallen, oft sind und bleiben die entst
Vertiefungen trocken, in manchen Fällen bilden sie aber
See, und manche Erzählungen, von versunkenen Orte
Stellen, wo jetzt Landseen vorhanden sind, mögen solche
nomenen ihren Ursprung verdanken [1]. Als Beispiele
angeführt werden das Versinken der Dörfer Mollingh
Kent im Jahre 1585, und Westram [2] i. J. 1595, des
Pardines [3] in der Auvergne 1733, eines Berges bei Bregen
des Monte Piano [4] im Neapolitanischen 1760, eines E
bei Friedrichshall in Norwegen und 1785 eines Walde
nidien in Podolien [5]. Als im Jahr 1789 bei Recoaro im
tinischen Gebiete an verschiedenen Stellen beträchtliche
und Einsenkungen entstanden, ging ein weithin hörbare
nerähnliches Getöse voran, und es kamen an mehrere
Bäume und Steine zum Vorschein, welche deutlich
dafs ebendaselbst schon früher eine ähnliche Katastrophe
funden haben mufste [6]. Unter die merkwürdigsten Er
hört derjenige, welcher sich 1801 bei Madonna della Vi
unweit Arpino in Neapolitanischen ereignete, und von
ren Personen beobachtet wurde. Das Einsinken erfol
weise, jedoch sank einmal ein Strich Landes von 3
gen, welcher theils mit Waldung theils mit Oliven
besetzt war, in die Tiefe. Der Boden hob sich anfan
15 Klafter, und sank darauf mit donnerähnlichem Ge
Unter andern wurde ein Landhaus des D. Emilio di
diese Weise ganz von der Erde verschlungen, denn sel

1 Vergl. G. LXXVI. 69.
2 Phil. Trans. abr. VI. 185.
3 Phil. Trans. 1733. N. 455. p. 272.
4 Kant phys. Geogr. Hamb. 1817. II. 92.
5 Lichtenb. Mag. III. 99.
6 Ebend. VII. I. 125.

höchsten Bäumen sah man nachher nicht einmal die Gipfel; Bewohner der Gegend entflohen indefs, weil sie die Bewe- merkten [1]. Aehnliche Erscheinungen in den verschieden- Gegenden liefsen sich noch mehrere anführen. Auch ei- Inseln sollen ohne Spuren von Erdbeben oder vulcanischen ungen untergegangen seyn, z. B. 1758 die Insel Pontico legroponte nebst einigen kleinen benachbarten, 1763 die Banda necra, 5 Meil. im Umkreise haltend [2], defsgleichen euen Goubermann's-Inseln zwischen Patrixfiörd und Cap [3], u. a. m.

3. Bei weitem die beiden mächtigsten Kräfte, welche die läche der Erde verändert haben, sind das *vulcanische* und das *Wasser*. Die vulcanischen Wirkungen haben, lem, was oben schon beigebracht ist, ohne Zweifel haupt- ch in älteren Zeiten die bedeutendsten Veränderungen der verursacht, und dauern noch jetzt, jedoch wohl mit min- Effecte fort; weil sie aber von der Untersuchung der Vul- m Allgemeinen nicht füglich getrennt werden können, so re ich sie für diesen Artikel, und will hier nur das We- hste von denjenigen Veränderungen beibringen, welche de durch die Wirkungen des Wassers erlitten hat. Hier- m nicht die Rede seyn von dem stets dauernden Einflusse gen- und Schneewassers, welche schon unter 2 berührt uch übergehe ich die Verheerungen durch Ueberschwem- n der Flüsse und Ströme, wovon im Artikel *Strom* die eyn wird, sondern beschränke mich auf die Eroberungen, das Meer gemacht und erlitten hat [4]. In dieser Hinsicht sich eine Menge Erscheinungen dar, welche theils aus

---

Nismeyer Ephemeriden d. Ital. Lit. für Deutschl. Ht. 2. Daraus 's Mag. III. 593.

Bergmann phys. Erdb. 3te Aufl. II. 143 u. 152. Lulof's Ein- rs. von Kästner. 8. 151.

Pennant's Thiergeschichte der nördlichen Polarländer. II. 60.

Es existirt über diesen Gegenstand ein sehr vollständiges, ge- es Werk: Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiese- rlichen Veränderungen d. Erdoberfläche. Von K. E. A. v. Hoff. Gotha 1822. 8. Dieser erste Th. enthält diejenigen Verände- welche das Meer angerichtet und erlitten hat, und ich folge en wesentlichsten Puncten ohne einzelne Angabe der daselbst n Quellen.

unverkennbaren Thatsachen mit grofser Wahrscheinlichkeit geschlossen, theils auf geschichtlichem Wege bestimmt nachgewiesen werden können; und da dieser ganze, an sich höchst interessante Gegenstand hier hauptsächlich nur aus dem physikalischen Gesichtspuncte aufzufassen ist, die dabei wirkenden physischen Kräfte aber sehr einfach sind, so beschränke ich mich blofs auf einige Hauptsachen.

Diejenige Frage, welche hierbei zuerst als die wichtigste zur Untersuchung kommt, betrifft die vielfach ventilirte allgemeine Abnahme des Meeres oder die Erniedrigung des Meeresspiegels im Allgemeinen, weil diese, wenn sie erwiesen werden könnte, mehreren der oben erwähnten, wo nicht allen geologischen Theorieen zur wesentlichen Unterstützung dienen würde. Sie bleibt indefs dem Art. *Meer* vorbehalten. Die zunächst sich hieran schliefsende zweite Frage betrifft das Entstehen und Untergehen ganzer Länder und gröfserer Inseln, gleichfalls in Beziehung auf das Meer. Rücksichtlich jenes ersten Theils der Frage ist sie leicht zu beantworten. Wenn man die schon erwähnten Erzeugnisse der Madreporen und ähnlichen Eroberungen ausgeschlossen werden, welche das Land dem Meere abgewinnt, endlich auch die wenigen, durch vulcanische Kräfte im Meere erhobenen Inseln [1], so läfst sich eine Erhebung gröfserer Erdtheile aus dem Meere auf keine Weise durch nur mit triftigen Wahrscheinlichkeitsgründen unterstützen. Fast alles, was man in dieser Hinsicht anzunehmen geneigt war, verliert sich in das Gebiet der nicht selten höchst unwahrscheinlichen Hypothesen [2]. Ungleich weniger ist dieses der Fall rücksichtlich des Unterganges von Ländern und Inseln. Es giebt wohl nämlich, als es Erdfälle giebt, können auch gleichfalls noch gröfsere Senkungen von Inseln oder Küsten sich ereignen und dadurch beide im Meere untergehen. Aufserdem aber giebt es verschiedene Nachrichten von früher gesehenen und jetzt nicht mehr vorhandenen Inseln; allein wenn man die sicher begründeten Thatsachen von allmälig weggespülten Inseln und Küsten abrechnet, so läfst sich ein wirkliches Versinken ganzer Küsten und Inseln überall nicht mit Gewifsheit nachweisen. Die bekanntesten ist die Sage von einem früheren Vorhandensein

1 S. *Vulcane.*

2 Vergl. oben B. Nr. 10.

er Insel *Atlantis*. Ursprünglich will Plato [1] von der Exi-
nz dieser grofsen Insel in Aegypten Nachricht erhalten haben,
l nach ihm haben viele ältere sowohl, als auch neuere
riftsteller das ehemalige Vorhandenseyn derselben aus histo-
hen oder physikalischen Gründen nachzuweisen versucht.
meisten glauben in den Canarischen Inseln die Reste dersel-
zu entdecken, v. Hoff [2] aber zeigt mit überwiegenden
nden, dafs die ganze Sage in das Gebiet der Fabeln gehört,
auf keine Weise historisch begründet werden kann, indem
Canarischen Inseln nach v. Humboldt und Leop. v. Buch
mehr neueren, u. z. vulcanischen Ursprungs zu seyn schei-
. Uebrigens ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs vulcanische
ungen sehr füglich von Einsinkungen benachbarter Theile
eitet seyn können [3], und so liefse sich eine ehemalige Exi-
z einer gröfseren Insel in der Gegend der, vulcanischen Ver-
rungen so sehr ausgesetzten, Canarischen Inseln aus physi-
chen Gründen nicht wohl widerlegen, wenn die historis
n Beweise wichtiger wären. Inzwischen wird Plato's
nicht durch keinen historischen Grund unterstützt, aufser,
allerdings merkwürdig ist, dafs die Urbewohner der Cana-
die *Guanchen*, die Sitte des Einbalsamirens hatten, was
bestimmt auf eine Verbindung mit Aegypten hindeutet.
ungleich weniger historischen Grund hat die in der Mitte
6ten Jahrhunderts verbreitete Nachricht von der Existenz
nsel Friesland, welche südwestlich unter Island liegend
die Gebrüder Nicolo und Antonio Zeni von Venedig im
1390 entdeckt seyn soll, und ist vielmehr ganz in das Ge-
ler Dichtungen zu verweisen, wie v. Hoff [4] mit überwie-
n Gründen gezeigt hat. Alle übrige Nachrichten von In-
welche man früher gesehen haben will, und für untergе-
n hält, weil man sie jetzt nicht mehr findet, sind zu un-
, als dafs es sich der Mühe lohnte, die Sache weiter zu
, da die meisten gewifs auf Irrthümern und falschen Orts-
mungen beruhen.

Ganz anders verhält es sich mit den Vergröfserungen des

---

[1] Im Timaeus und Kritias.
[2] a. a. O. S. 177.
[3] Vergl. *Vulcane*.
[4] a. a. O. S. 186.

Meeres durch Zerstörung der von ihm bespülten Küsten, weil wegen diese auch stets ihre Form ändern, wenn nicht ihr festes Gestein den Wogen trotzt. Da die zahllosen Beispiele dieser Art hier nicht am rechten Orte wären, so erwähne ich nur einige der wichtigsten. So soll die Insel Euboea früher mit dem Festlande zusammengehangen haben, Sicilien mit Italien, was des zwar nicht historisch begründet, aber physikalisch sehr wahrscheinlich. Auf den triftigsten, fast zur Gewifsheit führenden Gründen beruhet die Vermuthung von einem frühern Zusammenhange des schwarzen, des Asowschen und Caspischen Meeres, welche zusammen eine ausgedehnte, auf der einen Seite nach Kleinasien, auf der andern über einen Theil von Moldau und Wallachei bis nach Ungarn hin sich erstreckende Wasserfläche bildeten, bis der Bosphorus zuerst weniger, dann mehr geöffnet wurde, und ein grofser Theil des Wassers in das mittelländische Meer seinen Abflufs fand. Die bei der Stadt Krym noch vorhandenen Vorrichtungen zur Befestigung der Schifftaue, die von Clarke bei Baktschiseray, von Struve am Haemus gesehenen, zu gleichem Zwecke dienenden Ringe, der bei Gründung der Stadt Ancyra gefundene Anker und mehrere dergleichen Erscheinungen dienen zum unwidersprechlichen Beweise, dafs der Spiegel des schwarzen Meeres ehemals 200 F. höher war, als jetzt. Aufserdem zeigt der, nicht über die Meeresfläche erhabene Boden zwischen dem Caspischen und schwarzen Meere die deutlichsten Spuren, dafs er einst vom Wasser bedeckt war, und verschiedene, von spätern Schriftstellern aufgenommene Sagen beziehen sich auf den *Durchbruch des Bosphorus.* Ob übrigens diese Katastrophe mit einer Erderschütterung zusammengehangen oder das Wasser allmälig durch Auswaschen den neuen Weg gebahnt habe, ob somit dieselbe plötzlich oder nach und nach erfolgt sey, ob die Mythen von der Ogygischen oder Deukalioneischen Fluth veranlafst habe und durch dieselben bezeichnet werde, darüber ist auf geschichtlichem Wege nichts auszumitteln, auch dürfte schwer seyn, aus geognostischen Gründen darzuthun, dafs der Durchbruch durch eine vulcanische Erschütterung oder durch die Gewalt des Wassers veranlafst sey. Welche Veränderungen übrigens diese Katastrophe durch das nothwendig damit verbundene Steigen des Mittelländischen Meeres angerichtet haben, läfst sich nicht bestimmen, weil es zu schwierig seyn würde,

öhe und den Flächeninhalt der früher vereinten Meere ge-
ıszumitteln. Von Hoff[1] nimmt an, die ehemalige Höhe
hwarzen Meeres könne die jetzige um nicht mehr als 36 F.
offen haben, weil die Ufer des Bosphorus nicht höher
und berechnet dann das Verhältnifs der Oberflächen des
landischen und des schwarzen Meeres wie 9 : 1, so dafs
ıtere nur 4 F. steigen konnte. Allein es ist nicht ausge-
, ob nicht jene Ufer seitdem durch Wegspülen niedriger
len sind, und hatten ehemals jene vereinten Meere wirk-
ie angegebene Ausdehnung, so ist das durch v. Hoff an-
mene Verhältnifs der Flächen sicher zu klein, und dürfte
em von 2 : 1 nahe kommen. Inzwischen verlieren sich
ntersuchungen ganz in das Gebiet des Hypothetischen[2].
inen Durchbruch der *Erdenge bei Gibraltar* haben so-
ltere als neuere Schriftsteller angenommen, und eine
geologische Thatsachen sprechen dafür. Dabei hat dann
ichlich die Frage Anlafs zu vielen Untersuchungen gege-
ob die Ursache dieser Katastrophe vom Mittelländischen
om Atlantischen Meere ausgegangen sey. Strabo,
effort und v. Humboldt nehmen an, sie sey vom Mit-
ischen Meere ausgegangen, und stehe mit der Anschwel-
eses letzteren beim Durchbruche des Bosphorus in Ver-
g; v. Hoff[3] dagegen zeigt aus überwiegenden Gründen
hrscheinlichkeit eines Einbruches von der Seite des At-
ien Oceans. Diese Meinung, welche auf die Form der
jener Strafse und den noch jetzt fortdauernden, frü-
h unverkennbaren Zeichen noch ungleich stärkeren An-
nes Oceans auf die Europäischen Küsten hauptsächlich
t ist, erhält ein bedeutendes Uebergewicht, wenn man
ichtigt, dafs der Durchbruch des Bosphorus und die da-
bewirkte Erhöhung des Mittelländischen Meeres, wie
ar sie auch immer durch Ersäufung mancher fruchtbaren
länder und Inseln seyn mochte, gegen die damalige Land-
ei Gibraltar gar keinen bedeutenden, vielweniger einen
Stofs ausüben konnte, dafs der Durchbruch derselben
ı veranlafst wäre. Wir wollen annehmen, der Spiegel

---

1. a. O. S. 182.
2. S. über das Ganze v. Hoff a. a. O. I. 105 ff.
3. a. a. O. 152.

des Mittelländischen Meeres sey 200 F. niedriger gewesen als jetzt, und eben so viel habe auch die Fallhöhe des Wassers in der Propontis betragen, so läfst sich leicht zeigen, dafs hiernach die Geschwindigkeit des Wassers in der grofsen Entfernung bei Gibraltar kaum noch 1 F. in einer Secunde betragen könne. Je tiefer man aber den damaligen Spiegel jenes Meeres, und mit ihm je höher die Fallhöhe des durch den Bosphorus einströmenden Wassers annimmt, um so dicker und stärker war die zu durchbrechende Erd- und Steinmasse bei Gibraltar, da man doch unmöglich lothrechte Wände derselben als früher vorhanden annehmen kann. Hierzu kommt noch der Umstand, dafs noch jetzt das Mittelländische Meer eine gröfsere Menge Wasser durch Verdunstung verliert, als ihm durch die Flüsse wieder zugeführt wird, ohngeachtet es einen sehr starken Zufluss aus dem schwarzen Meere erhält. Hierauf beruhet seine gröfsere Salzigkeit und der aus dem ungleichen specifischen Gewichte seines Wasser, verglichen mit dem des Atlantischen Meeres, wohl nothwendig folgende Unterstrom in der Meerenge von Gibraltar [1]. Vor der Aufnahme des Wassers aus dem schwarzen Meere müfste aber sein Spiegel noch ungleich niedriger seyn, und es konnte daher den Durchbruch der Landenge zwischen Calpe und Abyla um so weniger bewirken. Da dieser aber durch die Gewalt der Wellen des Atlantischen Meeres früher als jener des schwarzen Meeres, so kann man leicht ermessen, welche furchtbare Ueberschwemmungen der niedrigsten Thalgründe und Inseln der so unglaublich erhöhete Wasserstand dieses jetzt so ausgedehnten Meeres anrichten mufste, und viele Nachrichten von verheerenden Fluthen mögen hier ihren Ursprung erhalten haben.

Auch die Strafse von *Bab el Mandeb*, welche den Arabischen Meerbusen mit dem grofsen Indischen Oceane verbindet, soll in den ältesten Zeiten nicht existirt, sondern durch einen Durchbruch des Meeres ihren Ursprung erhalten haben. Es giebt zwar Sagen über eine solche Katastrophe, allein sie sind zu dunkel, und gegenwärtig läfst sich bei der verhältnifsmäfsig noch gröfseren Unbekanntschaft mit der geognostischen Beschaffenheit jener Gegenden nicht füglich mit dem erforderlichen Grade von Wahrscheinlichkeit ausmitteln, ob ein solches blofs mög-

1 Edinb. Phil. Journ. VIII. 243.

nifs durch vulcanische Kräfte oder durch die Gewalt des ers herbeigeführt sey [1].

Sehr grofse Veränderungen hat das Meer an der Nordküste Europa angerichtet, und vorzüglich haben die starken nungen des Atlantischen Oceans und der Nordsee dem Con- te bedeutende Strecken entrissen, wovon aber hier nur einige tsachen kurz angedeutet werden können. Dahin gehört die mehrere Katastrophen bewirkte Verminderung der Insel oland, welche zwar in der historischen Zeit nicht mit dem Lande zusammengehangen hat, wohl aber aus einer grö- , mehrere Ortschaften enthaltenden Insel in einen Felsen nicht mehr als dem fünften Theile des früheren Flächenin- verwandelt ist, wobei noch aufserdem der geringe Ueber- gegenwärtig zwei Inseln bildet. Aehnliche Verheerungen die Inseln an der Westküste von Holstein und Schleswig en, deren mehrere, namentlich Nordstrand, früher mit Continente und unter einander zusammenhingen, und bis en heutigen Tag durch ungewöhnlich stürmische Fluthen r mehr verlieren. Namentlich wurde am 11ten Oct. 1634 amals noch grofse Insel *Nordstrand* durch die Meeresflu- ganz überschwemmt, und in die drei Inseln Nordstrand, orm und Lütje-Moor zerrissen; wobei 6408 Menschen und 0 Stück Vieh umkamen [2]. Zuletzt wütheten die Fluthen bst im Anfange des Jahres 1825. Die Wellen der Ostsee zwar eine geringere zerstörende Kraft gegen die Küsten Holstein, Schleswig, Meklenburg und Pommern nebst den rer Nähe liegenden Inseln aus, allein dennoch weiset so- die ältere als auch die neuere und neueste Geschichte viele iele bedeutender Eroberungen nach, welche das Meer auch en Gegenden gemacht hat. Ueber die Küsten, welche das he Ende des Baltischen Meeres einschliefsen, sind minder tändige Nachrichten vorhanden, indefs ist nicht zu bezwei- dafs sie gleichfalls die Schicksale aller nicht felsigen Kü- änder erlitten, und durch den Angriff der Meereswellen oder minder bedeutende Strecken eingebüfst haben.

Physikalische Gründe machen es sehr wahrscheinlich, dafs ibritannien ehemals mit Frankreich durch eine Landenge

---

1 S. v. Hoff. a. a. O. II. S. 162.

2 Ebend. S. 58.

da zusammenhing, wo jetzt der Canal am schmalsten ist. Ein Hauptbeweis hierfür liegt in der neuerdings insbesondere aufgefundenen aufserordentlichen Aehnlichkeit der über einander gelagerten Felsarten auf den einander gegenüber liegenden Küsten beider Länder, ja man kann noch jetzt in den Hervorragungen beider Ufer und dem hohen, unebenen und zerrissenen Meeresgrunde den ehemaligen Felsrücken verfolgen, welcher beide Länder mit einander verbunden haben mufs, und in der Richtung von Dover nach Cap Blancnés fortgelaufen ist. Von dieser Erhöhung des Meeresgrundes an nimmt die Tiefe des Meeres nach beiden Seiten hin bedeutend zu, so wie gleichmäfsig die höheren und steileren Küsten der Ufer sich verflachen. Diese sehr sprechenden geognostischen Zeugnisse liefern ohne Zweifel ungleich wichtigere Beweise als derjenige, welcher man aus der Anwesenheit von Wölfen und andern wilden Thieren in Grofsbritannien hergenommen hat, insofern diese nur auf eine Landenge dahin gelangen konnten; denn die Verbreitung der Thiere über den Erdboden bleibt auf allen Fall eine sehr unsichere Thatsache für geologische Hypothesen, und was man ferner aus einer grofsen Aehnlichkeit der frühesten Bewohner Galliens und Britanniens zu folgern gesucht hat, scheint mir aus unbedeutend. Von welcher Seite das Meer den jetzt wahrscheinlichen Durchbruch bewirkt habe, diese Frage ist gleich weniger untersucht, als bei der Meerenge von Gibraltar; inzwischen bin ich geneigt, die Hauptwirkung als vom Atlantischen Oceane aus geschehen anzunehmen, obgleich die Landenge von beiden Seiten her allmälig weggespült seyn mag. Die stärksten Stürme kommen nämlich aus West-Süd-West; solche konnten daher den bewegten Wellen die gröfste Gewalt gegen die sperrende Landenge ertheilen, und wenn noch in neuesten Zeit die Wogen der tobenden See bei Eddystone am Eingange des jetzt offenen Canals 100 Fufs über den dortigen Leuchtthurm, also bis zu 180 F. absoluter Höhe geschleudert wurden [2], so ist es keineswegs undenkbar, dafs sie bei

---

1 Eine interessante Abhandlung über die Tiefe der Nordsee mit einer eben so schönen als instructiven Charte von R. Stevenson findet man in Edinb. Phil. Journ. Nr. V. S. 42.

2 Smeaton in seiner Beschreibung des Canals von Eddystone ein Prachtwerk mit Kupfern. Lond. 1791. Fol.

ossenem Canale noch höher stiegen, und den widerstehen-
Damm allmälig zerstörten [1]. Einige Gelehrte setzen diese
strophe mit der Sage von der *Cimbrischen Fluth* in Ver-
ung, durch welche die Cimbrer aus ihren Wohnsitzen
eben seyn sollen, allein die Unhaltbarkeit dieser Hypothese
v. Hoff genügend nachgewiesen. .. Will man annehmen,
jener Sage ein historisches Factum zum Grunde liege, so
ie Cimbrische Fluth viel wahrscheinlicher die damals ungleich
dehnteren westlichen Küsten von Schleswig und Holstein.
at man aber als ausgemacht an, dafs eine früher existirende
enge zwischen Frankreich und Britannien zerstört sey, so
en von dem Augenblicke dieses Ereignisses an, die flachen
n der Nordsee dem Angriffe der Wellen noch ungleich mehr
setzt seyn, als vorher, und es folgt hieraus von selbst, dafs
tsame Zerstörungen noch häufiger erfolgten, als in den
en geschichtlichen Zeiten, obgleich sie auch bis auf den
en Tag sehr häufig und von grofser Bedeutung sind [2].

Die Nordküste von Europa und Asien, eben wie die aus-
nten östlichen Küsten des letzteren Welttheils sind uns zu
geschichtlich bekannt, als dafs sich bestimmte Nachrichten
oberungen des Meeres an ihnen vorfinden sollten, und eben
ig giebt es bestimmte geognostische Thatsachen, auf welch
h wahrscheinliche Hypothesen bauen liefsen. Man kann
nur im Allgemeinen schliefsen, dafs auch sie der überall
lenden Zerstörung durch die Gewalt der Meereswogen
anz entgangen sind. Als Einzelnheiten lassen sich daher
ühren der Untergang der Japanischen Insel *Maatsubo*,
egen ihres Porcellans berühmt, so wie die Hälfte der
Insel *Rat-Island* bei Sumatra, auch soll die letztere
Insel ehemals mit dem Festlande zusammengehangen ha-
orüber indefs nur sehr dunkle Sagen existiren. Dage-
gen sich die zerstörenden Wirkungen der Wellen durch
näligen Untergang der sieben Pagoden oder der Ruinen
habalibur auf der Küste Coromandel, wo das Meer stets

---

[1] Der nämlichen Meinung ist Desmarest in Diss. sur l'ancienne
de l'Angleterre à la France. à Amiens. 1753. 8. der entge-
zten v. Hoff a. a. O. S. 312.

[2] usführlich über die Veränderungen jener Küsten handelt v.
a. O. S. 315 bis 365.

weiter um sich greift, indem diese Stadt ehemals über 10 Mei-
len von der Küste entfernt lag, jetzt aber nur Ruden, a
Theil unter dem Wasser, zeigt. Die Sage übrigens, daſs Ce-
lon ehemals viel gröſser gewesen sey, wohl gar mit dem Co-
tinente zusammengehangen oder sich viel weiter nach Süde
streckt habe, ist weder aus historischen noch aus geologi
Gründen erweislich, vielmehr scheint sie, so wie die benach
Inseln, dasjenige an einer Seite durch Corallenbildung wie
gewinnen, was sie an einer andern durch die Wellen ver
Die Küsten Africa's waren stets zu wenig bekannt, als da
bedeutende Veränderungen derselben nachweisen lieſsen. A
rica ist ein zu neu entdeckter Welttheil, und es läſst sich
aus geologischen Gründen wahrscheinlich machen, daſs di
tillen früher gröſser gewesen sind oder wohl gar einen Th
Continents ausgemacht haben, wie sich denn auch vers
Gründe für einen ehemaligen Zusammenhang Asiens mit
rica's in der Gegend der Behringsstraſse beibringen lasse

So wie das Meer die Küsten der Länder und Inse
zernagt und somit die Masse des Landes verringert, so
auf der andern Seite wieder zu Vergröſserung der Erdo
durch die Bildung von Sandbänken, Dünen, Polder
also durch Erweiterung der Küsten. Die hierher gehör
scheinungen sind verschiedenartig, kommen aber im A
nen auf Folgendes zurück. Manche von den Wellen
spülte flache Ufer des Meeres enthalten eine groſse Me
thiere, nach deren Absterben ihre Schalen zertrümmer
dem Meeressande durch den thierischen Schleim zusa
backen werden, und unter dem Einflusse der Sonnenwär
Steinmasse liefern, welche in kurzer Zeit erhärtet und
laufe weniger Jahre schon zu Mühlsteinen benutzt wird.
ist namentlich der Fall an einigen Küsten Siciliens,
Messina, wo sich die weggebrochenen Felsen nach eini
ren wieder erneuern [1]. Diese Bildung kommt der oben
ten durch Zoophyten sehr nahe. An andern Küsten h
Meereswellen den Sand aus der Tiefe auf. Landwin
schütten diesen durch ganz unfruchtbaren Sand, und
Sonnenhitze der Vegetation nachtheilig ist, so erheben
ins Meer fortgehende unfruchtbare Sandbänke, welche

1 Spallanzani's Reis. V. 17.

lie Meereswellen überfluthet werden. Solche Sandbänke an häufig, am meisten und von gröfster Ausdehnung an rdwestküste von Africa. Der weite Küstendistrict von ore bis Cap Blanco, gegen 150 Meilen lang, ist von einge solcher Dünen umgeben, wo das Meer den Sand auf- und dieser durch den von der Wüste durch die Winde iebenen vermehrt wird, wobei die Luft stets mit feinen eilchen erfüllt ist, so dafs die nebelartige Dicke derselse ohnehin für die Schiffer gefährliche Stelle noch geier macht. An vielen Stellen gehen die Araber eine halbe weit nach gestrandeten Gütern in die See, ohne dafs ihs Wasser höher als bis an die Hüften reicht. Die Küste rlich 10 bis 12 Fufs vorrücken [1]. Eine der gewöhnlich rweiterungen des Landes ist die Dünenbildung, wobei irkungen der Flüsse mit denen des Meeres zusammenfal- Die Flüsse führen nämlich eine Menge Schlamm, Sand enn sie reifsend sind, selbst Grus und Kies mit sich, wo- ihre Betten so oft versanden und mit Sandbänken erfüllt n, noch mehr aber die Gegenden ihrer Mündungen, wenn wegung ihrer Gewässer durch den Widerstand des Mee- gehoben wird. So entstehen oft Inseln am Ausflusse der ströme Asiens und America's aus dem Schlamme und der efslichen Menge von Treibholz, welches diese mit sich [2], am genauesten aber ist diese Erscheinung an den Küer Nordsee beobachtet. Ist der Sand und Schlamm des s, vermischt mit dem durch die Flüsse zugeführten, erst einer gewissen Höhe angewachsen, so schlagen die Wellich darüber, und lassen jederzeit etwas Schlamm zurück, ch die Sandbank (*Watt* in Ostfriesland genannt) nach Umn sich mehr oder weniger schnell erhebt. Allmälig wachst niedrigere und blätterlose, später höhere Pflanzen darauf, halten den Schlamm noch stärker zurück, die Höhe nimmt , dafs nur noch die höchsten Fluthen hinüberschlagen, f dann die Oberfläche grün zu werden anfängt. So diee zu Viehweiden, werden mit Deichen umgeben und bet, wenn ihre Gröfse hierzu ansehnlich genug ist [3].

Ritter Erdkunde. I. 991.

Vergl. *Strom, Stromschwellen.*

Fr. Arends Ostfriesland u. Jever in geograph. statistischer u. ders landwirthschaftlicher Hinsicht. Emden 1818. II Vol. 8.

Vorzugsweise auffallend rückt die Ostküste des arabischen Meerbusens stets weiter vor. Von seinen Ufern bis an den Fuß eines mit demselben fast parallel laufenden Gebirgszuges bietet die Gegend aus einer Wüste, deren Sand durch den Wind und zahllose Bäche in der Regenzeit fortgeführt wird, und die diesten stets weiter ausdehnt, wozu am unteren Theile noch das von der entgegengesetzten Küste durch die Meereswellen abgerissene und hierher übergeführte Erdreich kommt, und auf dem gibt der Corallenbau dem neugebildeten Lande vielleicht eine schnellere Festigkeit. Die Einwohner sind ihres Unterhaltes wegen gezwungen der Küste nachzurücken, sie verlassen daher ihre alten Wohnsitze und bauen sich auf den vorgedachten Ufern wieder an, weswegen ganz Tehama mit Trümmern ehemaliger Wohnorte bedeckt ist. Unter andern war Aden im ersten Jahrhundert nach Ch. G. ein sehr besuchter Hafen, liegt aber jetzt über 6 Meilen von der Küste, und Mokka, welches nicht viel über 400 Jahre alt ist, entfernt sich gleichfalls stark vom Meere; die Halbinsel Ghézan war vermuthlich früher eine Insel, Hali lag zu Edrisi's Zeiten am Ufer, jetzt aber 3 Meilen landeinwärts, und auf ähnliche Weise sind noch andere Orte untergegangen, worunter auch das zu Salomo's Zeiten berühmte Ophir gehören mag. Ueberhaupt sind die, an den verschiedensten Küsten vorkommenden, Versandungen der Häfen, wodurch sie allmälig aufhören brauchbar zu seyn, eine große Beschwerde der an ihnen liegenden Handelsstädte, und die derselben können nur mit großem Aufwande zuweilen kaum gegen geschützt oder wieder gereinigt werden.

9. *Flüsse* und *Ströme* endlich verändern die Oberfläche der Erde bedeutend. Unter ihre zerstörenden Wirkungen gehört namentlich das Auswaschen und Vertiefen der Thäler. Viele einige dieser Ursache ihre Entstehung verdanken, z. B. das obere Elbe-Thal, die romantische sächsische Schweiz, der Plauen'sche Grund u. a., wenn gleich die größten, die sogenannten Hauptthäler als ursprüngliche, bei der Bildung der Erde und namentlich der Berge entstandene Spaltungen und Vertiefungen anzusehen sind [1]. Als Beispiele aus der neuesten

1 Nach einigen Gelehrten, z. B. Sulzer in Mém. de l'Acad. Berlin. 1762, Lamanon in J. de Ph. XVIII. 474 sind alle Thäler durch Auswaschung gebildet, welches jedoch nicht wahrscheinlich ist.

n folgende dienen. In Wärmeland fiel 1740 ein heftiger
, so dafs ein angeschwollener Waldstrom einen Theil des
Lidscheere mit sich fortrifs, und die Gegend umher mit
, Sand und Schutt überdeckte [1]. Bei St. Jean de Mau-
stürzte 1752 ein angeschwollener Bach vom Mont Cenis
ermefsliche Menge von Steinen und Erde über ein Dorf,
es bis auf die Spitzen der Dächer verschüttet wurde [2].
i jener Gegend stürzte ein Waldbach sein Gewässer in
co, welcher austrat, und ein ganzes Dorf in dem entstan-
ee begrub. Letzterer füllte sich allmälig wieder aus,
entstand an dieser Stelle ein fruchtbares Thal. Bou-
erzählt, dafs er durch die von den Cordilleren herab-
len Wässer dann, wenn sie sich in den fast horizonta-
nen bewegten, Steine, von 10 bis 12 F. Durchmesser auf
5 Toisen fortgewälzt gesehen habe.

rhin gehört auch, dafs offenbar viele Flüsse, z. B. die
er Rhein, die Donau, da, wo sie durch die sogenann-
nen Thore aus dem Bannat in die Ebenen der Wal-
efst, die Weser bei der Porta Westphalica, der Potow-
früher vorhandene Teiche durchbrochen, und weite
adurch trocken gemacht haben, wie denn auch jetzt
handene Binnenseen unfehlbar endlich durch den zuge-
chutt ausgefüllt werden müssen [4]. Eben so auffallend
lmälige Aushöhlen der Flufs- und Strombetten, welches
Parallelismus der oberen Ufer mit den tieferen und bei-
mit einander sichtbar hervorgeht. Plini [5] führt als Bei-
Ticino an, welcher durch einen engen Pafs strömt,
ere hohe Felsenwände, aus dem nämlichen Gesteine
, in der Richtung des Strombettes genau durchschnit-

---

wed. Abh. 1747.

Lüc Lettres cet. XXXI. sagt: J'y ai passé moi-même
Fenster des Kirchthurms) comme par une porte. — Le
rera surement ce desastre, et dans quelques siècles un
llage viendra sans doute se fondre sur celui, qui a été

ure de la Terre. p. LXIX.

gl. *Ströme.*

scoli sulle Scienze e sulle arte IV. 293.

ten sind, und Soulavie [1] den Tarn, welcher zwei Lieues u
Albi durch ein Lager von quarzreichem Glimmerschiefer
eine Oeffnung gebahnt hat, mehr als 200 Met. lang, 18 Met.
an das Niveau tief und 6 bis 7 Met. breit, so dafs es einem
gehauenen Wege gleicht. Noch sprechendere Beispiele
die sogenannten *Quebrada's* in America, wo hohe Berg
zwei und mehrere Meilen von einander stehen, übrigens
durchschnitten sind, dafs die Windungen und Krümmungen
ser Oeffnungen dem in unermefslicher Tiefe strömenden
bette völlig parallel laufen. Namentlich fliefst der Ch
eine halbe Meile in einer solchen Schlucht, deren Herv
gen genau in die gegenüber stehenden Vertiefungen pas

Endlich zeugen hierfür auch die interessanten En
gen der *natürlichen Brücken*, wie unter andern die R
terhalb Genf eine solche darbietet (la perte du R
ungleich auffallender und schöner aber ist diejenige, w
den Cevennen über die Ardèche geht, und auf der Cas
Charte unter dem Namen Pont d'Arc angegeben ist
gröfsten natürlichen Felsenbrücken findet man in Ame
mentlich die in der hiernach benannten Grafschaft R
welche über den kleinen Cedernflufs geht. Nach Gilm
sung besteht sie aus einem Bogen, dessen untere F
die obere 200 engl. F. über den Spiegel des Flusses er
und dessen Dicke an der dünnsten Stelle 35 F. betrg.
sie jedoch wegen ihrer Höhe sehr elegant und fierlich
erscheint. Sie besteht, wie der ganze Berg, aus
Kalkstein, und bildet den Grat der Bergkette, welche
geblieben ist, während das durch Wasser leicht zers
stein unter ihm allmälig weggewaschen wurde [4]. A
Grafschaft Scott, welche noch kürzlich zu Virginien
geht eine natürliche Brücke über den Stock, deren H
und die Dicke noch mehr betragen soll [5].

---

1 Hist. nat. de Vivarais. I.

2 Ulloa phys. u. hist. Nachrichten von Südamerica. S.

3 Bibl. univ. XXIII. 111.

4 Trans. of the Soc. of Philad. New. Ser. I. Bibl. u
281. G. LXIV. 436.

5 S. Ebend.

ehr grofse Verheerungen richten ferner mehrere Ströme, tlich der Ganges, durch die hohen Anschwellungen an, jährlich bei ihnen zur bestimmten Zeit wiederkehren, sie zuweilen im Ganzen oder in einzelnen Armen ihren ndern, und an einer Seite eben so grofse Massen abrei- ls sie an andern wieder ansetzen [1]. Als Beispiel möge ir die Wirkung des Flusses *Ochota* angeführt werden, r bei seinen jährlichen Anschwellungen den gröfsten Theil seiner Mündung liegenden Stadt Ochozc überschwemmt, lauser nebst dem Boden, worauf sie stehen, fortreifst, auf diese Weise binnen einigen Jahren drei Strafsen h zerstört sind, während das fortgerissene Erdreich an egenüber liegenden Sandbank wieder angesetzt wird [2]. unbedeutend, obgleich empfindlich nachtheilig für die ütteten Strecken, sind die Versandungen, welche durch geschwollene Ströme oft verursacht werden, geologisch aber sind die ausgedehnten Bildungen bedeutender Strek- des, welche dem durch die Flüsse herbeigeführten Sande hlamme, meistens in Verbindung mit den eben erwähn- rkungen des Meeres ihren Ursprung verdanken. Dafs e aufserordentliche Menge Sand, Kies und Schlamm, durch die grofsen Ströme stets fortgeschwemmt wird, an ndungen derselben bei nicht tiefem Meeresgrunde absetzen e stets wachsende Erhöhung hervorbringen müsse, liegt latur der Sache, und es darf dieses ganze Phänomen nur inige der vorzüglichsten Beispiele erläutert werden. Am esten in dieser Hinsicht ist die Bildung einer beträcht- Landstrecke am Ausflusse des Nils, welche wegen ihrer hkeit mit einem griechischen Δ den Namen *Delta* erhielt, se Thatsache ist so viel interessanter, weil hierbei die ung solcher Alluvionen seit uralten Zeiten beobachtet ist, hon Herodot kannte das Phänomen, und beschreibt es Die hierbei beobachtete Gestalt des neu gebildeten Lan- keineswegs zufällig, sondern in den Bedingungen des sses selbst gegründet. Ursprünglich entsteht nämlich en Sand und Schlamm des Stromes eine Erhöhung unter

---

Vrgl. *Strom; Stromschwellen.*

Baritschew's Reisen im nordöstl. Theile von Sibirien I. 39.

v. Hoff a. a. O. I. 77.

seiner Mündung, welche zunehmend wächst, bis sie die Strömung des Wassers selbst hindert, daher landeinwärts weniger abgenagt, an der entgegengesetzten Seite aber erhöhet wird, so dafs sie den Flufs spaltet, und ihm zwei Betten statt eines anzeigen giebt. Jede hierdurch entstandene Mündung bringt in längerer Zeit die nämliche Wirkung hervor, und hierin liegt der Grund, dafs die Strommündungen sich an solchen Stellen in vielfältigen, die Meeresküsten aber nach Aufsen hervortreten. Nach A. v. Humboldt [1] findet man diese Ausbiegungen der Ufer überall, wo sie durch die Flüsse als Neuland gebildet, dagegen Einbiegungen nach Innen da, wo die Flüsse wegen Seichtigkeit sich in mehrere Arme gespaltet haben, und zwischen gleichfalls ein Delta einschliefsen, dessen Ufer durch Angriff der Wellen auch abgenagt seyn können.

Aehnliche Bildungen von Land durch die gemeinschaftliche Wirkung der Flüsse und des Meeres finden sich in Menge. Unter die vorzüglichern gehört die Vergröfserung der Küsten und der Lagunen von Venedig, wovon erstere nach geschichtlichen und historischen Beweisen um mehrere Meilen gewachsen, letztere aber noch täglich mehr versanden. Noch gröfsere Alluvionen hat der Po erzeugt, dessen Mündungen aufserordentlich in uralten Zeiten viele Veränderungen erlitten haben. Dadurch vergröfsert die schon in den ältesten Zeiten durch sie entstandene Bildungen neuen Landes noch fortwährend [2], wenn sich auch nicht nachweisen läfst, dafs Aiguesmortes zu den Zeiten Ludwig's des Heiligen am Meere gelegen habe, weil die bequeme Einschiffung desselben im J. 1269 nach Palästina auch durch Arme der Rhone geschehen konnte [3]. Selbst die ganze Strecke bei Arles, *campus lapideus* von den Alten genannt, welche in einer Ausdehnung von 20 Quadrat-Lieues mit faustgrofsen Geschieben besteht, wird nicht ohne triftigen Grund für ein Erzeugnifs der Durance gehalten, indem dieser reifsende Strom diese Geschiebe leicht auf seinem kurzen Laufe aus den Alpen mitbringen konnte, bis sie sein Bette verstopften und ihn einen andern Lauf zu nehmen zwangen. Ein ei-

1 Relat. Hist. II. 650.

2 D'Aubuisson Geognos. I. 151.

3 v. Hoff a. a. O. I. 290.

rücken der Meeresküste findet man auch in Niederlanguedoc, die Ingenieure durch amtliche Untersuchungen gefunden ha- , dafs die Ufer zuerst Dünen erhalten, diese sich in Mo- verwandeln, und hieraus allmälig cultivirtes Erdreich ent- . Eine Redoute i. J. 1609 am Ausflusse des Herault auf- rfen, war 1783 bis 200 Met. vom Ufer entfernt, welches ch 1,9 Met. giebt, und eine i. J. 1746 in 30 Met. Entfer- von der Küste aufgeworfene Batterie fand sich 37 Jahre ıer in 118 Met. Entfernung, welches jährlich 2,1 Met. [1]. Nach Marsilli soll das Meerwasser dort eine eigene nde Kraft besitzen, um das gebildete Erdreich steinartig zu en [2]. Die bedeutendsten Europäischen Alluvionen sind ıigen, denen höchst wahrscheinlich die Niederlande und ei- lache Küstendistricte Grofsbritanniens ihre Entstehung ver- n. Es ist nämlich oben schon nachgewiesen, dafs wohl Zweifel Frankreich mit England ehemals durch eine schmale nge zusammenhing. Wird dieses angenommen, so bil- ie Nordsee zu jener Zeit einen grofsen Busen, in welchen rdlichen Meeresströmungen zusammenflossen, den Sand üsse zurückhielten, und auf diese Weise die Bildung der lande nebst der Erweiterung der Küsten von Nordfolk, , Essex, Kent u. s. w. veranlafsten. Mit Recht vermu- her v. Hoff [3], dafs die starken Meeresströmungen von nd Süd dem Wasser in diesem grofsen Busen einen höhe- nd gaben, als nach der Eröffnung des Canals, und dafs in grofser Theil der Niederlande, früher mit Wasser be- nachher trocken wurde. Inzwischen ist eine solche all- e Bedeckung mit Wasser in Beziehung auf die gesamm- derlande, welche nach überwiegenden Gründen durch n entstanden sind, nicht wohl anzunehmen, da an so Orten ähnliche Bildungen sich bis über die Oberfläche des zu erheben pflegen, namentlich das Nildelta, die Küsten enna und andere oben erwähnte; nicht zu bezweifeln ist, dafs nach dem Durchbruche des Canals die freieren grofse Stücke des schon gebildeten Landes wieder zer-

---

[1] Aubuisson a. a. O.
[2] Hist. phys. de la Mer. p. 15.
[3] a. a. O. I. 311 ff. wo weitläuftig über diesen Gegenstand ge- wird.

störten, und zum Theil an andern Orten abermals ansetzen, welche Veränderungen noch jetzt in grofser Zahl vorkommen[1].

Fallen die Flüsse in Binnenseen, so müssen sie den Bo derselben allmälig erhöhen, und sie endlich in einer hinlan langen Reihe von Jahren ausfüllen. So läfst sich nicht wo zweifeln, dafs der Rhein den Bodensee, der Don und K das Asow'sche Meer, die vielen Ströme das Caspische u. s. w. endlich ausfüllen werden, obgleich die hierzu erf liche Zahl von Jahren kaum zu berechnen ist. Die Rhe bereits vor der Stadt Genf durch ihre Geschiebe eine be liche Strecke gebildet, die Donau an ihrer Mündung d chen, am bekanntesten in dieser Beziehung ist aber der H ho oder gelbe Flufs, welcher seinen gelben, thonigen Sc bis weit ins Meer hinein in Menge absetzt, die Meeress Peking aus weit vorgerückt hat, noch stets zur Delta-B in jenen Gegenden viel beiträgt und nebst dem Jantsekian blauen Flusse das ohnehin schon seichte und durch ein kette vom Ocean abgeschnittene Hoanghai oder gelbe M lich ausfüllen wird. Der Jantsekiang hat in den letzten J ren vor seiner Mündung eine 20 Meilen lange und fast breite Insel hervorgebracht. Am ausgedehntesten ist d bildung beim Ganges und Burremputer, welche beide ströme von den höchsten Bergen der Erde kommen, ihr ser in den gröfsten Meerbusen ausschütten, und indem resfluthen ihnen entgegen kommen, so wirken beide vereint mit solcher Gewalt zur Inselbildung, dafs oft einzige Ueberschwemmung eine oder mehrere Inseln welche selbst über eine Meile im Umfange sehr bald Weiden und Gebüsch bedeckt und zum Aufenthaltsorte feln und andern wilden Thieren werden. Solche Inse zwar in späteren Fluthen zuweilen wieder unter, meis den sie aber nachher mit dem Continente allmälig verbu dafs die Küsten der Halbinsel stets vorschreiten. Wi

1 Die zahlreichen einzelnen Beispiele bilden einen inte Theil der Geschichte der Veränderungen, welche die Oberfl serer Erde in der historischen Zeit erlitten hat, mitunter gr Zerstörungen. Man findet dieses vollständig in der mehr Geschichte der Veränderungen d. Erdoberfläche von K. E. A. Gotha 1822. S. 322 ff.

2 Asiatic Researches. VIII. 291. Daraus in J. d. Ph. LV

ıt sogar, die ganze vorderindische Halbinsel sey früher eine
l, wie Ceylon, gewesen, und allmälig mit dem Festlande
unden, welches aber nicht erweislich ist. Eine Deltabil-
an der Mündung des Indus ist weniger erwiesen, unver-
bar dagegen ist sie beim Euphrat und Tigris, so wie auch
latur der Sache nach am Ausflusse des Senegal und Gam-
andbänke entstehen, und hierdurch die Küsten weiter her-
ten müssen.

Viele Flüsse America's zeigen das Phänomen der Deltabil-
gleichfalls, wie denn unter andern fast die ganze Provinz
vare aus Alluvionen des Flusses gleiches Namens bestehen
nirgend in der Welt aber ist dieses Phänomen vielleicht
r als beim Missisippi, denn das durch diesen mächtigen
gebildete Delta ist gröfser als ganz Aegypten. Noch in
euesten Zeiten betrug das Vorrücken der Küsten nach
ngen eine Lieue in hundert Jahren, und damit ist noch
genthümlichkeit verbunden, dafs dieser Strom bei seinen
wellungen aus den Urwäldern, durch welche er fliefst,
ngeheuere Menge der gröfsten und stärksten Bäume ent-
lt, mit sich fortreifst, und zugleich mit dem Schlamme in
efe versenkt. An manchen Stellen ist daher der Boden
isses und selbst des Meeres an seiner Mündung mit einem
enartigen Geflechte dieses Holzes belegt, so dafs Anker,
in dasselbe hineingreifen, nicht wieder herauszubringen
er westliche Arm des Stromes, der Chafalaya oder Acha-
ıber, welcher sonst bis 15 Meilen landeinwärts schiffbar
: so mit Treibholze bedeckt, dafs keine Durchfahrt mehr
ıdet, und auf einer Strecke von zwei geographischen
hat sich sogar aus diesem Holze eine Art von schwim-
Brücke gebildet, welche ganz fest und mit Vegetation
ist, so dafs man die Anwesenheit des Wassers nur aus
nschen desselben unter dieser Decke erkennt [1]. Dafs
diese Erscheinungen unzählich oft auch bei kleinen Flüs-
ommen, wohin zugleich die Inselbildung in Flüssen und
zu rechnen ist, bedarf kaum besonders erwähnt zu werden.

---

on. Cor. XI. 44. Vergl. Milford Mém. d'un coup d'oeil ra-
nes différens Voyages et mon séjour dans la nation des Creek.
02. 8. Vollständig findet man diesen Gegenstand behandet
. a. a. O.

10. Eine sehr häufig aufgeworfene und auf verschiedene Weise beantwortete Frage betrifft die allmälige Veränderung der Temperatur der Erdoberfläche. Bezieht sich diese Untersuchung auf die Wärme der Erde unmittelbar nach ihrer ursprünglichen Gestaltung, so hängt sie mit den geologischen Hypothesen innig zusammen, und in dieser Hinsicht ist bereits nachgewiesen, daß hierüber zwar nichts Gewisses ausgemacht werden kann, daß aber Hypothese aber die wahrscheinlichste ist, wonach die Erde anfangs feurigflüssig war [1]. Wird dieses angenommen, so stellt sich sogleich wieder die Frage dar, auf welche Weise die Erde allmälig oder plötzlich abgekühlt sey, und ihre jetzige mittlere, allem Anschein nach gleichbleibende Temperatur erhalten habe, und diese Untersuchung, welche mit der Theorie der Wärme in vielen Punkten innig verwebt ist, kann hier nicht im ganzen Umfange erschöpfend angestellt werden. Unbedeutend ist dabei der Umstand, ob man eine plötzliche oder eine allmälige Erkaltung anzunehmen geneigt ist, wenn gleich die letztere Annahme sich leichter mit den gangbaren Hypothesen vereinigen läßt. Es fehlt übrigens nicht an Meinungen, welche bereits hierüber aufgestellt sind. Büffon läßt die Erde allmälig erkalten, bis sie ganz erstarren, und dadurch unbewohnbar werden soll. Um die Aetiologie dieses Processes genauer anzugeben; nahm Kirwan strahlte sie die Wärme in den Raum aus, wogegen oben einige Zweifel erhoben sind [2]; Breislak [3] läßt sie durch die entstandenen Wasserdämpfe und Gase der Atmosphäre gebunden werden, und es ließe sich leicht durch Berechnung erweisen, daß zur Bildung der jetzigen Atmosphäre, wenn sich die Sache auf diese Weise vorzustellen geneigt wäre, hinlängliche Quantität Wärme erforderlich gewesen wäre, die glühende Erdkruste bis zu ihrer jetzigen Temperatur abkühlen, jedoch muß aus der Theorie der Wärmeerregung im Allgemeinen hervorgehen, ob es einer solchen Hypothese überhaupt bedarf, und ob diese angegebene als zulässig erachtet kann. Auf allen Fall muß nach der Hypothese einer ursprünglichen feurigen Flüssigkeit der Erde eine Abkühlung derselben stattgefunden haben [4]; allein da diese ganze Aufgabe unrein

1 Vergl. *Erde* Th. III. S. 970. ff. und oben B. II. 4.
2 Ebend. Th. III. S. 1038. ff.
3 Institut. geol. I. 148. 161. u. a. a. O.
4 Hierfür erklären sich jetzt die meisten und gelehrtesten

auf Hypothesen hinausläuft, so hat man es mit Recht für rflüssig erkannt, sich weiter mit ihr zu beschäftigen.

Manche Ueberbleibsel aus einer älteren Periode unserer Er- einer sogenannten antediluvianischen oder vorweltlichen, inen aber unwidersprechlich darzuthun, dafs ehemals, we- ens in den gemäfsigten und den Polarzogen, eine höhere peratur geherrscht habe. Dieser Gegenstand selbst beruhet auf einer genaueren Kenntnifs der Petrefacten [1], worüber ich noch viele Dunkelheit herrscht, im Allgemeinen aber sich Folgendes wohl mit einem hohen Grade der Wahr- nlichkeit annehmen. Zuerst finden sich Ueberreste von en in nördlichen Gegenden, namentlich vom Mammut, von zwar nicht ausgemacht ist, dafs sie ihrer Gattung nach Gegenden nicht zugehören konnten, welche aufserdem rhin durch Fluthen weiter nach Norden geschwemmt seyn , allein da einige Exemplare mit Haut und Fleisch gefun- nd, so kann dieses nicht auf weite Strecken geschehen und dann beweiset ihre ausnehmende Gröfse und die der vorhandenen Ueberreste, dafs sie ungleich fruchtba- Gegenden angehörten, als jenes gegenwärtige Klima lie- nn. Ueberhaupt sind die vorweltlichen Thierarten, de- nliche Species noch jetzt gefunden werden, so aufseror- h grofs, dafs sie sehr augenfällig für eine stärkere Vege- eugen, als unter so hohen Breiten füglich stattfinden konnte. beweisend, aber dennoch dieses Argument unterstützend, e Ueberreste der Vegetabilien in den Braunkohlenlagern. ämlich zwar nicht erwiesen, dafs die hier verschütteten ten, so wie diejenigen, welche den Bernstein an der chen Küste geliefert haben, Palmarten wärmerer Klimate sind, wie man ehemals anzunehmen geneigt war, allein an blofs die grofse Menge der verschütteten Bäume be- tigt, so deutet auch schon diese auf eine stärkere Vege- als gegenwärtig jenen Gegenden eigen ist. Alle diese führen indefs nur zu einem gewissen Grade der Wahr-

---

dem sie überhaupt annehmen, dafs die platonischen Wirkun- damit die Wärme der Erde) allmälig abgenommen, die nep- aber zugenommen haben. S. Bouć in Edinb. Phil. Journ. 8.

ergl. *Versteinerungen.*

scheinlichkeit, indem diesen und ähnlichen Argumenten allerd
die Einwendung entgegengesetzt werden kann, dafs wir die viel
fachen möglichen Veränderungen und Schicksale unserer Erd
oberfläche nicht kennen, und also auch nicht wissen können
ob nicht die jetzt zum Vorschein kommenden urweltlichen Res
durch grofse Fluthen aus entfernten Gegenden an ihren jetzig
Lagerungsort gekommen sind. Man hat diese Hypothese sog
auch auf das Vorkommen der Mammuts-Skelete und Cada
im hohen Norden angewandt, und dabei zu einer plötzlich e
getretenen Winterkälte seine Zuflucht genommen, so wahrsch
lich es übrigens ist, dafs Thiere von so ungeheurer Gröfse
bedeutende Menge Futter bedurften, und schwerlich die e
gen langen sibirischen Winter zu ertragen vermochten.

Es kann diesemnach blofs als eine wahrscheinliche Hy
these gelten, dafs die Temperatur der Erdrinde in den Urz
höher und vielleicht auch gleichmäfsiger über die Erde verb
tet gewesen sey, späterhin aber in der äquatorischen Zone
mehr angehäuft habe, so dafs dort die Vegetation durch Hi
in den Polarzonen dagegen durch Kälte zerstört wurde. Wi
tiger aber, als das Verweilen in diesem dunkeln Gebiete, ist
genauere Erörterung der Frage, ob die Temperatur inn
der historischen Zeit sich geändert habe, so dafs sie allg
entweder höher oder niedriger geworden sey. Hierauf läfs
mit grofser Bestimmtheit und nach einer Menge von Thats
antworten, dafs in einzelnen Districten das *Klima* wohl
begreiflichen Ursachen rauher oder milder geworden, die Te
peratur im Ganzen aber, wenigstens in den mittleren Z
sich völlig gleich geblieben sey. Es giebt allerdings unbe
bar Thatsachen, welche eine frühere höhere Temperatur
ser Gegenden zu beweisen scheinen. Dahin gehört insbes
die Beschreibung, welche die ersten Entdecker der südl
und südöstlichen Küste Grönlands von diesen jetzt für Eu
fast unbewohnbaren Küsten machen, indem sie dieselben
üppigem Grase und Bäumen, mindestens Gesträuchen, bew
sen angeben, woher das ganze Land auch den Namen Gr
land (Grünes Land) erhielt [1]. Wären jene Küsten sch
damals so unwirthbar gewesen als jetzt, so würde sich ni
Colonie dort niedergelassen haben, zu welcher man spät

1 Landnamabok II cap. XIV. Eyrbyggiasaga. cap. XXIV.

ngen sich vergebens bemühete, weil das Eis eine Landung öglich machte, bis es ganz kürzlich dem kühnen Scoresby ngen ist, jene Gegenden wieder zu betreten, wobei er denn klich Spuren von Bewohnern gefunden hat [1]. Es ist daher ohl aus diesen als auch aus anderweitigen Zeugnissen gewifs, Grönland früher Holz- und Strauchartеn, so wie überhaupt nzen hervorgebracht hat, welche daselbst jetzt nicht mehr hsen. Nun ist es zwar ausgemacht, dafs einmal vorhandene ldungen gegen den Einfluſs der Winde schützen, und daher alten Gegenden das Klima milder machen, und man könnte er die Erniedrigung der Temperatur Grönlands dem allmäligen ergange dieser Wälder, vielleicht durch die Bewohner verſst, beimessen; allein jenes Land ist nach seiner jetzigen haffenheit überhaupt für die Baumvegetation nicht geeignet, man muſs daher zugestehen, dafs dort die Temperatur höchst rscheinlich vermindert sey, welches indeſs vielleicht eine e der an seinen Ostküsten aufgehäuften Eismassen ist [2]. Im emeinen getraue ich mir übrigens nicht, die physische Urе dieser Veränderung mit Gewifsheit oder auch nur mit eihohen Grade von Wahrscheinlichkeit anzugeben, obgleich ohne Schwierigkeit mehrere Hypothesen zur Erklärung aufn lassen. So glaube ich die höhere Temperatur Norwegens Island's, welche offenbar dem Grade der Breite nicht proɔnal ist, mit groſser Wahrscheinlichkeit aus den Meeresungen erklärt zu haben [3], und man könnte diesemnach anen, die Richtung des Golphstromes sey in älteren Zeiten, e Antillen und der Mexicanische Meerbusen ihre jetzige lt noch nicht hatten, eine andere gewesen, und das warme er desselben habe die Ostküste Grönlands bespült. Oder se sich denken, das nördliche Polareis sey nicht in solchen n vorhanden gewesen, als jetzt, und habe deswegen die sten Grönlands gar nicht umlagert, welches übrigens mehr ɔſse Vermuthung ist. Es könnte endlich die Richtung der

---

W. Scoresby's d. Jüngeren Tagebuch einer Reise auf den Wallag u. s. w. Uebers. von Kries. Hamb. 1825. 8. S. 307.

Vergl. Cranz Historie von Grönland a. v. O. H. Egede Saabye tücke eines Tagebuches gehalten in Grönland u. s. w. Uebers. Fries. Hamb. 1817. a. v. O. s. B. S. LXVIII. LXXIX. u. a. S. Th. III. S. 1002.

jetzigen Eis-Strömung ehemals eine andere gewesen seyn, und die jetzige, welche dasselbe in so ungeheuern Massen an jene Küsten treibt, durch den später erfolgten Durchbruch der Landenge zwischen der Behringsstrafse bedingt werden. Wollte man noch höher hinaufgehen, so liefse sich annehmen, das ursprünglich überall gleich temperirte Meer sey in den Polarzonen erst allmälig erkaltet, und das dort gebildete Eis habe durch seine stets zunehmende Vermehrung die benachbarten Küsten lange in einer milden Temperatur erhalten, und dies um so mehr, wenn man zugleich voraussetzte, das Polarmeer sey bei noch geschlossener Behringsstrafse ruhig und ohne die jetzigen Strömungen gewesen, durch welche das Eis südlich getrieben wird. Jede dieser, und noch wohl einige andere Hypothesen liefsen sich durch neue Hypothesen unterstützen und selbst wahrscheinlich darstellen, allein der skeptische Physiker verweilt ungern in diesen dunkeln, durch untrügliche Erfahrung nicht aufgehellten Gebieten.

Aehnliche Beweise für eine Verminderung der Temperatur in Norwegen und Island finden sich in genügender Menge. So wird fossiles Holz auf einigen Inseln oberhalb Norwegen gefunden, wo gegenwärtig kaum einige Lichen-Arten fortkommen, allein dieses kann leicht Treibholz seyn, und würde somit nichts beweisen, wenn es nicht ausgemacht wäre, dafs auch dort früher nicht unbedeutende Waldstrecken, namentlich mit Birken bewachsen, gehabt habe. Vermuthlich aber sind diese entweder durch die Bewohner allmälig ausgerottet, oder beim Ausbruche des Hecla i. J. 1766 zerstört, und dann könnte dieses selbst die Ursache einer späteren Verminderung der Temperatur gewesen seyn, indem die Insel noch jetzt, wiewohl sehr wenig, Getreide hervorbringt, früher aber mehr erzeugte, wie noch aus der Benennung einiger Districte hervorgeht, die ihre Namen offenbar aus ihrer Bestimmung zum Kornbaue erhalten sind [1]. Auf der andern Seite dagegen kann man sagen, dafs der Getreidebau dort vernachlässigt wurde, weil die Viehzucht einträglicher ist; überhaupt aber geht unsere genauere Kenntnifs dieser Insel nicht über das Jahr 1360 nach Ch. G. hinaus [2].

1 S. Gaerlier Island u. s. w. Freib. 1819. S. 36. Ebenso Henderson Island u. s. w. I. 11.

2. Island soll im J. 861 durch Nadod entdeckt seyn, und

ıigen Colonisten, welche die Insel zuerst besuchten, nann-
ie Island (Eisland) von dem vielen Eise, welches sie da-
fanden, ja sie scheinen anfangs dort nicht einmal feste
nsitze gehabt zu haben, sondern nach einem Sommeraufent-
an jenen Küsten wegen des Fischfangs für den Winter
ır nach den Schottischen und Norwegischen Küsten zurück-
ırt zu seyn [1]. Eine gleiche Bewandnifs hat es mit Norwe-
Man gräbt auf Karmöe unter 59° 20′ N. B. starke Baum-
ne, z. B. Castanienbäume, bei Augvoldsnäs Nufsbäume aus,
ıe jenen Gegenden jetzt durchaus fremd sind, früher aber
gewachsen seyn müssen. Vargas Bedemar [2] bringt viele
nisse dieser Art bei, welche ein früher milderes Klima jener
nden bezeugen, glaubt aber, dafs die Ausrottung der Wäl-
iese Veränderung veranlafst habe, Leop. von Buch [3] da-
ı, welcher ähnliche Zeugnisse beibringt, glaubt das Klima
sele daselbst in langen Perioden, womit die Beobachtung
ERG's übereinstimmt, welcher sagt, dafs das Meer beim
enstifte von Jahr zu Jahr ungestümer werde, die Menge
Heues seit 30 bis 40 Jahren stets abgenommen habe, der
ling fast einen Monat später, die Winterkälte dagegen eben
iel früher eintrete [4]. Will man nicht annehmen, dafs ehe-
die Sommer dort wärmer, die Winter aber kälter gewesen
ı, so steht hiermit im Widerspruche, dafs die Ostsee in der
neuesten Zeiten nie ganz zugefroren war, wie in den Jah-
1333; 1399; 1408; 1423; 1459; und zuletzt fast gänzlich
1709. Im Ganzen ist aber der Zeitraum, in welchem uns jene
lichen Gegenden bekannt sind, zu kurz [5], und aus diesem lassen
keine sichere Thatsachen zum Beweise einer Temperatur

ır Zeit an zogen sich mehrmals Colonien der Normänner dorthin,
he wegen politischer Streitigkeiten aus ihrem Vaterlande auswan-
en. Wann und in wie weit dieselben bleibend wurden, ist nicht
it auszumitteln. S. Schlosser Weltgeschichte. Th. II. S. 85.

1 Für die älteste Geschichte Islands vergl. Landamabok: h. e. Liber
inum Islandiae. Hafn. 1774. 4. Snorro Sturleson Heims kringla.
ed. Schöning. Hafn. 1777. fol.

2 Reise nach dem hohen Norden. Frankf. 1819. II T. 8. I. 165.

3 Reise nach Norwegen u. Lappland II T. Berl. 1810. 8. I. 369.

4 Vargas Bedemar a. a. O. I. 183.

5 S. Schlözer in Allgemeine Weltgeschichte. XXXI. Vorrede
) und Schöning's Abhandl. ebend. S. 1.

verminderung entnehmen. Nach L. v. Buch, Bergmar u. a. werden noch jetzt in Norwegen unter sehr hohen Breiten an sü geschützten Orten Kirschen und sonstige Obstarten reif, wel indefs das erwähnte Auffinden von Wallnufs - und Castanie Bäumen, mindestens nicht vollständig, enträthselt.

Uebrigens hat Schouw [1] neuerdings durch eine eben so a führliche als gehaltvolle Untersuchung dargethan, dafs die m lere Temperatur in Dänemark und auf gleiche Weise au Scandinavien nach dem Ergebnisse der vorhandenen ge Beobachtungen sich innerhalb der historischen Zeit nicht ge dert hat, obgleich zu gewissen Zeiten auffallende peri Wechsel vorkommen, wie denn namentlich im 14. und 15 hunderte verschiedene Jahre sich durch auffallende Rauhh Temperatur auszeichneten. Dessen ungeachtet greifen auch die Gletscher an manchen Orten stets weiter um sich, wa nach Ch. Fr. Neumann [2] der Gletscher von Justedal noch 17. Jahrh. ein cultivirtes Thal war.

Ueber die Temperatur Deutschlands, der Schweiz, Ita und der unter gleichen Breiten liegenden Länder giebt es gleiche Weise widersprechende historische Zeugnisse. C Tacitus [3] u. a. schildern zwar Deutschland, Thracien u als höchst kalt, unfruchtbar und rauh, allein es ist unlä wiesen, dafs ihre Beschreibungen übertrieben sind, d manche Gegenden waldiger, daher auch im Sommer w warm, im Winter dagegen weniger kalt waren, im Ganzen ist die Temperatur gewifs unverändert geblieben. So w Rhein zwar in der Regel alle Winter gefroren, was auch jetzt der Fall ist, allein einmal gingen die teutschen T im Winter auch über den offenen Flufs [4]. Korn brach Land in Menge, aber keinen Wein [5], weil er nicht g wurde, denn wenige Jahrhunderte später unter den Me

1 Skildring af Veirligets Tilstand i Danmark. Kiöv. 18

2 Beiträge zur Kenntnifs Norwegens. Leipz. 1824. II w

3 De Mor. Germ. I. Dort heifst Deutschland terra fru arborum impatiens.

4 Caes. de B. Gall. IV. 4.

5 Tacitus M. G. c. 5; 26; 23.

ah dieses namentlich zu Ladenburg und an andern Orten [1],
ich früher bei Marseille [2], und im zweiten Jahrhunderte
Ch. G. in Augsburg [3]. Neben diesen unwidersprechlichen
issen giebt es andere, welche eine bedeutende Verände-
des Klima's anzuzeigen scheinen, aber von einzelnen aus-
hneten Jahren entnommen im Ganzen nichts zu beweisen
gen. Solche hat Mann [4] in Beziehung auf Italien, Dal-
u. s. w. gesammelt, und namentlich war i. J. 1543 der
r in Frankreich so kalt, dafs der gefrorne Wein mit Bei-
rhauen und unter die Soldaten vertheilt wurde [5]. Der
hese einer allmäligen Zunahme der Wärme entgegengesetzt
r in der Schweitz sehr allgemein herrschende Glaube an
erkliche Abnahme derselben. Nach Villars [6] wird auf
lerge de Lans im Canton d'Oisans Holz, welches dort ehe-
gewachsen seyn mufs, in einer Höhe von 2340 F. über
gen gefunden, bis zu welcher dasselbe jetzt wächst, und
entier [7] behauptet, die Gletscher hätten seit 60 bis 100
aufserordentlich zugenommen, welches eine Folge der im
einen verminderten Temperatur sey, wie jeder Forstmann
müsse, indem sich auf vielen Höhen ehemals 100 bis
hriges schönes Holz gefunden habe, wo sich jetzt keines
z. B. auf dem Berge aux Herbagères, beim Chamouni-
wo ellendicke herrliche Lerchen zerbrochen und entwur-
nherliegen sollen, statt dafs gegenwärtig selbst die härtere
dort nicht fortkommt. Eine ausführliche Untersuchung
ige über die Abnahme der Temperatur in der Schweitz ist
r 1820 von der Schweitzerischen gelehrten Gesellschaft
ten Preisschrift angestellt [8], deren Verfasser aus einer gro-
enge von Thatsachen beweiset, dafs die mittlere Temperatur

F. J. Dumbeck geographia pagorum vet. Germ. cisrhen. Berol.
. 29. Vergl. Dahl Beschreibung des Kloster's Lorsch. S. 116.
Plin. H. N. XIV. 6.
Eumenius in Panegyr. vet. VIII. 6.
Hist. et Comm. Acad. Sc. Theod. Palat. vol. VII. Gren J. d.
231.
De Serres Inventaire général de l'Hist. de France. II. 281.
mann geograph. Gesch. d. Menschen. III. 210.
Mém. de l'Inst. V. 197.
G. LXIII. 411.
Bibl. un. XIV. 285.

daselbst seit Jahrhunderten keineswegs abgenommen hat, welches Resultat auch Wahlenberg aus seinen Forschungen in Norwegen über dieses Land erhielt, wohl aber sinken die Gletscher tiefer herab, weil die Waldungen dünner werden und ihnen weniger Widerstand leisten, aus welcher Ursache auch die Winterkälte heftiger einwirkt, und auf hohen Bergspitzen das einmal weggenommene Holz sich nicht wieder erzeugt. In Italien ist das Klima gewifs nicht durch gröfsere Kälte oder gröfsere Wärme ausgezeichnet, als zu den uns genügend bekannten Zeiten der Römer, denn das Erscheinen des Eises auf den reissenden Flüssen war damals, wie jetzt, eine Seltenheit; Virgil's Regeln für den Landbau könnten in Beziehung auf die Temperatur noch jetzt gelten, und dafs es an bleibendem Schnee auf den Bergen nicht fehlte, beweiset Horaz [1]. Ueber vielen Schnee und grofse Kälte in Thracien und Macedonien klagen viele lateinische und griechische Schriftsteller, z. B. Virgil [2], Ovid [3], Xenophon [4], Plato [5], allein dennoch brachten diese Gegenden, ihrer hohen Gebirge ungeachtet, schon sehr früh guten, dem Homer bekannten, Wein [6], und die neueren Schriftsteller, welche eine Vergleichung des ehemaligen und jetzigen Zustandes jener Länder und Griechenlands anzustellen veranlafst wurden, weisen keine Veränderung der Temperatur nach [7]. Das Gefrieren des schwarzen Meeres endlich, welches i. J. 401, dann 763 als sogar Theil der Meerenge zwischen den Dardanellen mit Eis bedeckt war, endlich noch 1620 und 21 nach Zonaras und Kantakuzenus geschah, ist seitdem nicht wieder beobachtet [8], eben wie das Gefrieren des Adriatischen Meeres wie in den Jahren 860 [illegible] so stark, dafs Waaren auf dem Eise von Venedig nach der dalmatischen Küste transportirt wurden; 1594; 1621, als die [illegible]

1 Carm. I. 9. 1. Vides ut alta stet nive candidum Soracte.

2 Georg III. 352.

3 Trist. III. 10. V. 23. Ep. ex. Ponto. IV. 7. V. 8.

4 Exped. Cyr. Min. VII. 4.

5 Symp. cap. 42. p. 220. ed. Steph.

6 Od. IX. 179; 197.

7 Dodwel Reise durch Griechenland. Uebers. von Sickler. I. 232. Borkh Staatshaushalt d. Athenienser I. 84. Müllers Orchomenos od. Geschichte hellen. Stämme I. S. 80; 83.

8 Vergl. Olivier Voyages dans l'Empire othomane. I. 28.

enedig einfror und endlich 1709. Man ersieht hieraus, inzelne Jahre von ausgezeichneter Kälte oder Wärme nicht weis einer allgemeinen Veränderung der Temperatur die- önnen [1]. So wenig aber aus diesen einzelnen Thatsachen ert werden kann, dafs die Temperatur gegenwärtig unter en und höheren Breiten gegen frühere Jahrhunderte zuge- en habe, wie Mann [2] und Gronau [3] anzunehmen geneigt eben so wenig sind die oben angegebenen einzelnen Phä- e vermögend, eine Verminderung derselben zu beweisen, hon aus dem Widerspruche dieser zerschiedenen Meinun- ter sich genugsam folgt, wenn gleich auf einzelne Di- durch manche, das Klima bedingende, Ursachen sowohl ärme des Sommers als auch die Kälte des Winters hefti- zuwirken vermag, und dadurch auffallendere Erscheinun- r einen wie der andern hervorbringt. Dieses ist denn auch liche Resultat einer ausführlichen, auf eine grofse Menge gründeter Thatsachen gestützten Abhandlung von Gay- c [4], auf welche ich diejenigen verweisen mufs, welche e Beweise suchen. Selbst den Satz, dafs die Temperatur atorischen Zone seit Jahrtausenden erhöhet sey, welcher gs viel für sich hat, und auch von Mann angenommen möchte ich bezweifeln, wiewohl es aus dem, in man- ortigen Gegenden gefundenen, fossilen Holze unverkenn- t, dafs früher Districte mit Waldungen bedeckt waren, enwärtig wegen brennender Hitze und Sandboden über- ne Vegetation mehr stattfindet. Mit weit mehr Recht Gronau und andere an, dafs eben die Ausrottung ldungen eine Veränderung des Klima's nicht sowohl lich der mittleren Temperatur, als vielmehr des Feuch- zustandes hervorbringt [5], jene allmälige Zerstörung der gen ist aber mindestens zum gröfsten Theile eine ndige Folge der sich fortwährend auf der Erde mehren- nschenmenge. In geologischer Beziehung ist es also blofs einlich, dafs nach der letzten Ausbildung des Erdballs, jetzt unbestimmbaren Zeitperiode, die Wärme entwe-

nn. Ch. et Ph. XIV. 292. Vergl. *Temperatur.*
ren. J. d. Ph. II. 231.
eue Schr. der Berl. Ges. Nat. Fr. IV. 59.
nn. Ch. et Ph. XXVII. 407.
ergl. *Klima.*

der gleichmäfsiger über den Erdball verbreitet war, oder wenigstens die Gegenden unter sehr hohen Breiten sich einer milderen Temperatur erfrenten, dafs aber nachher ein gewisser Bestand des Gleichgewichts eingetreten ist, welcher ohne merkliche Veränderung so lange gedauert hat, als die sichere historische Zeit umfafst, daher auch aller Wahrscheinlichkeit nach mit den allezeit beobachteten, partiellen Schwankungen noch eine unbestimmbare Zeit dauern wird, ohne dafs die Erde weder durch übermäfsige Erkaltung noch auch Erhitzung eine wesentliche Veränderung erleidet. L

Gerinnung.

Coagulatio; Coagulation; *Coagulation*; heifst diejenige Zersetzung einer Flüssigkeit, bei welcher sich ein fester Stoff, derselbe sey schon in ihr gebildet vorhanden gewesen oder erst während der Zersetzung gebildet, in Gestalt von mehreren gröfseren Klumpen oder einer einzigen zusammenhängenden Masse als Gerinnsel oder Coagulum ausscheidet, in den Zwischenräumen des Gerinnsels kann, wenn seine Menge bedeutend ist, die Flüssigkeit so vollständig zurückgehalten werden, dafs das Ganze fest erscheint. Solche Gerinnung erleidet der mit Wasser verbundene Eiweifsstoff beim Einwirken von Hitze, Säure oder Weingeist; der Kässtoff in der Milch beim Einwirken von Säuren oder Weingeist; die Kieselerde beim Zusatze von wässrigem Alaunerde-Kali u. s. w.

Geruch.

Odoratus; *Olfactus*; Odorat; *The Smell* bezeichnet auf gleiche Weise sowohl den Geruchs-Sinn, mittelst dessen gewisse eigenthümliche Ausflüsse der Körper aufgenommen werden, als auch diese Substanzen selbst, welche denn gleichfalls *Gerüche*, *(odor;* odeur; *smell)* heifsen. Der Sitz desselben ist die Nase, welche inwendig mit einer gefäfsreichen Haut (bei den Menschen *tunica Schneideriana* genannt) bekleidet ist. Diese nimmt an ihrer inneren Seite die gefäfsreichen Enden und Geflechte des aus den anderen Hirnlappen entspringenden Geruchsnerven *(N. olfactorius)* auf, durch welche das Empfinden der Gerüche vermittelt wird, wenn sie

nkheit und Abstumpfung des Nerven oder zu starke Schleim-
nderung der Schleimhaut, z. B. beim Schnupfen, dieses
lern [1]. Die Empfindungen durch den Geruch haben viele
nlichkeit mit denen, welche der Geschmack giebt, beide
rstützen sich wechselseitig, jedoch ist bei den Menschen in
leichung mit den Thieren im Ganzen der Geschmack am
ten, der Geruch am wenigsten ausgebildet, und am leich-
n entbehrlich.

Bei den Thieren nimmt überhaupt das Werkzeug des Ge-
-Sinnes mehr Raum ein, wie schon die Gröfse der Nasen-
, die weitere Ausbreitung der Schleimhaut und die gröfsere
e des Geruchsnerven nebst der vermehrten Zahl seiner Ver-
gungen darthun. Für sie ist der höher gesteigerte Geruchs-
sehr unentbehrlich zur Unterscheidung der dienlichen und
lichen Nahrungsmittel, insbesondere bei den Säugethieren,
ntlich den Hunden, weniger bei den Vögeln, wo wahr-
nlich öfter ihr scharfes Gesicht aushilft, noch weniger bei
mphibien, welchen sämmtlich die Gerüche durch die Luft
ührt werden. Den Fischen hat man ein eigentliches Ge-
rgan absprechen, und dieses vielmehr mit dem Geschmacks-
e verbunden ansehen wollen, welches aber mit der Ausbil-
und Stärke des Geruchs-Nerven im Widerspruche steht.
erbreitung und Fortpflanzung der Gerüche im Wasser auf
demselben befindliche Luft zurückzuführen [2] dürfte unnö-
yn, indem gar kein Grund vorhanden ist, dieses Vermögen
Vasser nicht unmittelbar beizulegen, wofür ohnehin Ana-
nd Erfahrung sprechen [3]. Uebrigens ist es schwer, das
ndenseyn des Geruchs bei den Fischen durch etwas ande-
daraus zu erweisen, dafs die Fischer sich oft starkriechen-
der mit Erfolg bedienen. Die Anwesenheit desselben bey
nsecten ist unzweifelhaft, indem sie ziemlich allgemein
chende Sachen scheuen, zugleich aber nach dem Geruche
hrung oder einen schicklichen Ort für ihre Eier suchen.
as Riechen geschieht nur während des Einathmens von
ndem man auch über stark riechenden Substanzen so lange
riecht, als man nicht athmet, weil während dieser Zeit

---

[1] Meckel Handbuch d. menschl. Anatomie. III. 752. IV. 142.
[2] Nach Treviranus Biologie VI. 306.
[3] Meine Physical. Abhandl. S. 434.

die Luft aus der Nase entweder ausströmt oder in denselben bewegt bleibt, so dafs also keine äufsere, mit riechbaren Stoffen erfüllte, eindringen kann. Schon hieraus geht hervor, dafs wirkliche Theile der riechenden Stoffe, fein verbreitet in der Luft, mit den Enden der Geruchsnerven in Verbindung kommen und also auf gleiche Weise die Empfindung des Geruchs wie die des Geschmack's hervorbringen. Bei den meisten riechbaren Substanzen, z. B. den ätherischen Oelen der Blumen, dem Kampfer, Moschus u. a. m. ist factisch, bei einigen derselben Gewichtsabnahme, erwiesen, dafs sich Theile von ihnen verlieren, bei andern ist dieses weniger wahrnehmbar. Unbezweifelt scheint es, wie die Hunde, wenn sie die Spur eines Thieres oder noch mehr ihren verlornen Herren oft meilenweit mit Hülfe des Geruchs verfolgen, an allen Orten Theile desselben in ihren Geruchs-Sinn aufnehmen, wie diese überhaupt an verschiedenen Oertern verbleiben und sich nicht mit denen von andern Personen vermischen sollten, und noch fast einzig sicher ist es anzunehmen, dafs Metalle, z. B. Kupfer, wenn sie an sich oder beim Reiben mit der Hand riechen, auch schmecken sollten. Dieses berechtigt indefs keineswegs dazu, mit verschiedenen berühmten Physiologen [1] eine blofse Modification dieses Sinnes anzunehmen, indem dieses entweder nichts sagt oder mit allbekannten Naturgesetzen streitet. Eben so wenig kann man die Entwickelung der Gerüche mit der Entwickelung des Lichtes oder gar des Schalles für gleichartig ansehen, indem dieses eine mechanische Bewegung, ersteres aber nach überwiegenden Gründen sicher eine eigenthümliche, ätherartige, Schwingung [2]. Manche dürften allerdings geneigt seyn, zur Unterstützung dieser Meinung diejenigen Erscheinungen anzuführen, welche Lambert beobachtet haben will, nämlich dafs die Intensität der Gerüche durch einen hohlen Kegel eben so, wie die Schallwellen durch ein Hörrohr verstärkt werden sollen, desgleichen dafs ein Hohlspiegel sie nach gleichen Gesetzen, als die Strahlen des Lichtes und der Wärme concentrire. Letzteres wurde insbesondere daraus gefolgert, dafs der Saft eingeschnittener Erbsen etc. im Brennpuncte eines Hohlspiegels am frühesten gerinne, wenn man demselben ein Gefäfs mit Ammoniak näherte.

1 Rudolphi Phys. II. 111. Walther Phys. II. 277. u. a. a.

2 On heat and moisture. S. 44.

omene, einstweilen vorausgesetzt, dafs sie vollkommen be-
et sind, vermögen jedoch nicht, die gefolgerten Analogieen
weisen. Jenes würde nämlich überhaupt schon auf eine
itige Vorstellung von der Wirksamkeit des Hörrohrs füh-
indem der Schall durch einen auch noch so weiten Kegel
verstärkt wird; vielmehr folgt aus mechanischen Gesetzen,
ine gröfsere Menge von Luft, und somit auch von beige-
ten riechbaren Substanzen durch Anwendung des hoh-
egels in Bewegung gesetzt und der Nase zugeführt wird,
man die Luft an der Spitze desselben einschlürft. Die
ngen des Hohlspiegels erklären sich aber leicht aus der
tion der nie völlig ruhenden Luft, deren elastische Theile
t dem enthaltenen Ammoniak daher durch Zurückstofsung
er Fläche des Hohlspiegels im Brennpuncte desselben ver-
werden mufsten. Ob zugleich eine Art von Wärmestrah-
bei etwa höherer Temperatur des Ammoniaks, mitwir-
gewesen sey, ist ohne Wiederholung und genauer Prüfung
ersuches nicht wohl zu entscheiden. Sehr gegründet scheint
dlich die durch G. G. Schmidt [2] aufgestellte Vermuthung,
er stärkere Geruch mancher Blumen des Abends, z. B. der
iolen, eine Folge der Austreibung des riechbaren Dun-
erselben durch den eindringenden Wasserdampf aus der
ren Atmosphäre sey, wobei jedoch die Oeffnung der
durch die Feuchtigkeit der Luft und der Wasserdampf
zteren selbst als Vehikel der riechbaren Substanzen mit-
d seyn können.

ie Gerüche sind im höchsten Grade mannigfaltig, und
sich daher schwerlich unter bestimmte Classen ordnen.
viel weniger aber läfst sich die Meinung von der Anwe-
t eines allgemeinen, in besondern Fällen modificirten *Riech-*
(spiritus rectus oder *aroma)* vertheidigen, welche sich
erhave bis Fourcroy erhalten hat [3], von Hermbstedt
nügend widerlegt ist [4]. Wenn man dagegen die Fein-

S. *Höhrrohr.*

Hand- und Lehrbuch d. Naturlehre S. 18.

Scherer J. III. 539 ff. Macquer chem. Wört. VI. 325. v. Crell
an. 1799. II. 38. Hildebrandt Anfangsgr. d. Chm. III. 895 u. 958.
Grundsätze d. Chem. S. 99. Fourcroy in Journ. de l'Ec. Pol. III. 82.
Magaz. d. Ges. nat. Fr. in Berlin. 1811. IV. S. III.
ld.

heit der riechbaren Ausflüsse, und die Geneigtheit auch feste Körper berücksichtigt, sich mit den berührenden Substanzen zu verbinden, so kann man unbedenklich die Ursache des Geruches auf feine Ausströmungen zurückführen [1].

Die Gerüche sind theils angenehm, theils indifferent, theils widerlich in verschiedenen Graden hauptsächlich der Stärke, in dem alle zu starke unangenehm werden. Nicht blofs nervenschwache, sondern selbst die stärksten Personen können durch zu starke Gerüche bis zu Ohnmachten gereizt werden, und einhaften Gerüchen widersteht nicht leicht jemand, hauptsächlich wegen der physischen und psychischen Verbindung derselben mit dem Geschmacke. Auch der Geruchs-Sinn, so wie des Geschmacks, ist nicht ganz frei vom physischen Einfluss, weswegen die Menschen durch ihre eigenen übelen Gerüche weniger lebhaft afficirt werden, als durch fremde, auch macht die Gewohnheit beide Sinne ab.

Der Geruchsinn entwickelt sich beim Kinde viel später als der Geschmackssinn, wird aber leichter abgestumpft und geht durch anhaltende Krankheit der Nasenschleimhaut eher verloren [2].

Geschmack.

Das Schmecken; *Gustus*; *gustatus*; Gout: Im bezeichnet denjenigen Sinn, durch welchen das zu Schmeckende oder das Schmackhafte der Körper (*sapor*, saveur), im gemeinen Sprachgebrauche nach gleichfalls Geschmack genannt, wahrgenommen wird. Das Werkzeug dieses Sinnes ist die

---

1. Vergl. Fourcroy in Ann. de Chim. XXVI. 232. Scheele 544. vorzüglich Prevost in Ann. de Chim. XL. 1 ff. welcher Ausströmungen eine bewegende Kraft beilegt. Vergl. *Adhäsion*. Dass einige Metalle beim Reiben mit der Hand riechen, lässt sich nicht aus der Verbindung eines ammoniakalischen Dunstes aus der Haut mit einigen Partikeln der ersteren erklären.

2 Ant. Scarpa Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu Mediol. 1795. fol. deutsch. Nürnb. 1810. 4. S. Th. Sömmering Abbildung der menschlichen Organe des Geruchs. Frkf. 1809. fol. Burdach Grundrifs d. Physiol. Th. II. Berl. 1823. 101. ff. Treviranus Biologie. VI. 251. Vorzügl. Osphrésiologie, ou Traité des Odeurs etc. Hippol. Cloquet. sec. ed Par. 1821. 8.

ler Gaumen, oder eigentlicher die hier verbreiteten Nerven, nsofern, diese nur durch die unmittelbare Berührung der ficirenden Körper ihre Thätigkeit äufsern, so gehört der macksinn unter die allgemeine Classe der Gefühle und zu niederen Sinnen. Ueber die Nerven desselben sind die ologen nicht ganz einig [1]. Die meisten nehmen an, dafs eschmacks- oder *Zungen-Nerv (N. lingualis)* oder der schlundkopf-Nerv *(N. glossopharyngaeus)* in die verlenen Geschmackwärzchen *(papillae filiformes, conicae, formes seu capitatae, vallatae)*, welche mit einer zarten bedeckt sind, übergehen, und das Schmecken hervorbrin- Durch die Einwirkung der verschiedenen Substanzen auf nämlich entsteht der Geschmack, welcher sonach vorzüg- uf der Zungenspitze, zugleich aber auch auf ihrer ganzen äche, bis nach dem Schlunde hin, empfunden wird.

Gegen diese, seit Bellini [2] fast allgemein angenommene ng hält Treviranus [3] die Wärzchen vorzüglich für Tast-, um vermittelst derselben die nachtheiligen Gegenstände hlen, dabei sollen sie zugleich auch Einsaugungsorgane so dafs sie hierdurch allerdings das Schmecken, sofern be überhaupt vermittelst der schwammigen, mit einer en, leicht durchdringlichen, Haut überzogenen Zunge ge- t, befördern, jedoch diesemnach nur mittelbar wirken. ei ist es sehr merkwürdig, dafs die nämlichen Substanzen ie verschiedene Empfindung an den entgegengesetzten En- r Zunge hervorbringen, oder dafs einige Geschmäcke nur er Stelle an der Spitze oder dem hinteren Theile der Zunge nden werden, weswegen man in so vielen Fällen einen hümlichen *Nachgeschmack* wahrnimmt. Namentlich scheint eschmack bitterer Stoffe blofs auf dem hinteren Theile der wahrgenommen zu werden, wenn anders die dort befind- Wärzchen und Nerven nicht überhaupt das Schmecken gen, die auf der Zungenspitze dagegen mehr einen Tast- nach Treviranus bilden. Auf allen Fall ist es wohl

---

Treviranus Biologie VI. 234.

Gustus organum novissime deprehensum. Bonon. 1665. Ej. Exercitationes anatomicae de structura et usu reaum et de gustus organo. Bat. 1711. 4.

Biologie VI. 230.

Geschwindigkeit.

Celeritas; *Velocitas*; Vitesse; *Velocity*; *Celerity*; *Swiftness.*

Der Begriff der Geschwindigkeit wird erst dann gegeben, wenn eine Bewegung verhanden ist, und entsteht aus der Vergleichung des von einem Körper durchlaufenen Raumes mit der Zeit, welche hierzu erfordert wird. Es war daher unvermeidlich, diesen Gegenstand bei der Untersuchung der Bewegungsgesetze zugleich mit abzuhandeln, und dieses um so mehr, als mehrere Prädicate der Geschwindigkeit beilegt, welche eigentlicher der Bewegung zugehören, z. B. gleichmäfsige, ungleichmäfsige, gleichmäfsig und ungleichmäfsig beschleunigte u. s. w. Hier wird es also genügen das Wesentlichste von demjenigen, was in der Physik über die Geschwindigkeit der Bewegung aller Art festgesetzt ist, anzuführen und dabei auf dasjenige, was der Art. *Bewegung* bereits enthält, zu verweisen. Ausserdem aber kommen die Geschwindigkeiten verschiedener Substanzen, z. B. des Lichtes, der Wärmestrahlung, der Elektricität, der Geschützkugeln und vieler anderer einzeln zur Untersuchung.

Zuvörderst mufs im Allgemeinen wiederholt werden, dafs es für die Geschwindigkeit kein absolutes Mafs giebt, weil die beiden Bedingungen derselben, nämlich für die Zeit auf den Raum, und in diesem Sinne fällt dann der Ausdruck absoluten Geschwindigkeit weg. Indefs unterscheidet man noch, und zwar wegen des Gegensatzes nothwendig, eine *absolute* und eine *relative* Geschwindigkeit. *Absolute* Geschwindigkeit heifst dann der absolute Raum, welchen ein Körper einer gleichfalls absoluten Zeit zurückgelegt hat, oder die absolute Geschwindigkeit wird dann gegeben, wenn man die Gröfse der von einem Körper in einer gegebenen Zeit durchlaufenen Weges an und für sich und ohne Vergleichung mit dieser Gröfse bei irgend einem anderen Körper nimmt. Alle Geschwindigkeiten an und für sich selbst sind diesemnach absolute, dagegen nennt man sie *relativ*, wenn sie unter sich verglichen werden, also wenn zwei Körper sich einander nähern, oder von einander entfernen, wobei auch einer von beiden ruhen kann. Wenn sich z. B. zwei Körper, der eine mit 2 F...

indigkeit in einem gleichen Zeitraume, der andere mit 6 F. hwindigkeit bewegen, so ist die relative Geschwindigkeit, it sie sich einander nähern oder von einander entfernen, F. in der Zeiteinheit; wenn sie sich aber in der nämlichen ung bewegen, so ist die relative Geschwindigkeit nur F. und es würde also die doppelte Zeit erfordern, wenn ch einander nähern sollten [1]. Das ganze Problem, wann mit ungleichen Geschwindigkeiten bewegte Körper zusam-ommen, führt auf eine bekannte algebraische Aufgabe. nennt diese Geschwindigkeit auch die *respective*.

Da es kein absolutes Mafs der Geschwindigkeiten giebt, so man in dieser Beziehung auch von keiner Bewegung sagen, y eine absolut geschwinde oder langsame, und Biot [2] sagt echt, dafs es nichts an sich langsames oder geschwindes, so wenig als grofses oder kleines giebt, indem alle Bestim-en hierüber relativ sind [3]. Um so interessanter ist es, ver-lene Geschwindigkeiten neben einander zu stellen und zur eren Uebersicht auf ein gemeinschaftliches Mafs des Rau-nd der Zeit zu reduciren, wie dieses unter andern durch LZ [4] sehr vollständig geschehen ist. Wenn demnach 1 Sexa-alsecunde als Einheit genommen und der in dieser zurück-te Raum in Pariser Fufs ausgedrückt wird, so erhält man ide Vergleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten.[1]

	Fufs.
ttlere Geschwindigkeit der Flüsse . . .	3 bis 4
— — — Donau . . .	5 — 6
— — des Amazonenflusses . .	7,3
— — der Linth . . .	11,6
r schnellsten Ströme selten	12,5
s Wassers im Bagnithale [6] etwa	32,0

Hutton Dict. Art. Velocity.

Traité III. 148 . . . il n'y a rien en soi de lent ou de rapide, lus de grand ou de petit.

Vrgl. *Bewegung* Th. I. S. 929.

Anfangsgründe d. Physik 3te Aufl. Wien. 1827. S. 20. Bei den erungen der aus jener Tabelle entnommenen Gröfsen bin ich Autoritäten gefolgt, worüber an gehörigen Orten Rechenschaft n wird.

G. LX. 331. LXII. 108.

	Fuß
Des Windes bei mäßiger Stärke	10
Des Sturmes	50
Der heftigsten Orkane [1] höchstens	120
Des Schalles in der Luft bei 0° C. Temperatur . .	102
Der in den leeren Raum stürzenden atmosph. Luft .	120
Ein mit der Hand kräftigst geworfener Stein etwa .	5
Einer Bleikugel aus einer Windbüchse mit hundertfach comprimirter Luft, höchstens	65
Einer Büchsenkugel höchstens etwa	13
Einer 24pfünd. Kanonenkugel höchstens . .	2
Ein Punct der Erdoberfläche unter dem Aequator .	1
Des Mittelpunctes der Erde in ihrer Bahn um die Sonne	9
Einer Schnecke	0
Einer Fliege beim gewöhnlichen Fluge mit angeblich 600 Flügelschlägen in 1 Sec.	3
Derselben, wenn sie gejagt wird und 4000 Flügelschläge in 1 Sec. machen soll	2
Des Falken, welcher von Fontainebleau bis Malta in weniger als 24 Stunden flog	7
Eines Adlers, welcher 15 Meilen in einer Stunde zurücklegen soll	
Einer Brieftaube, welche 50 Meilen in 2,25 Stunden zurückgelegt haben soll	
Einer anderen Brieftaube, welche in 5 Stunden von Lyon nach Lüttich (125 Lieues) flog . . .	
Eines Pferdes vor einem Fiacker	
Der Rennthiere vor einem Schlitten . . .	
Des Luftballons, welcher von Paris nach Rom = 176 Meilen in 22 Stunden flog	
Eines geübten Schlittschuh-Läufers . . .	
Des gewöhnlichen Wallfisches (19 engl. Meilen in einer Stunde)	
Der balaena physalis (12 engl. Meilen in 1 Stunde) .	
Eines schwimmenden Eisbären (1 Lieue in 1 Stunde)	
Eines Windhundes	

1 Es gibt über die Geschwindigkeit der Luft bei Orkanen noch höhere Angaben, allein es ist die Frage, ob sie richtig sind.

	Fufs.
englischen Rennpferde, bei denen man 1 engl.	
leile auf 2 Minuten rechnet	41,3
berühmten Rennpferdes Sterling oder Eclipse, wel-	
hes um 2000 Lstl. verkauft wurde und bei einem	
prunge 19 F. zurücklegte	78,0
Kameel, welches 12 bis 15 Meilen des Tags zu-	
icklegen kann, eine Meile auf eine Stunde ge-	
ichnet	6,3
ıellsegelnde Schiffe legen den Weg von Calais	
ich Cork, eine Strecke von 500 engl. Meilen in	
3 Stunden zurück, dann ist die Geschwindigkeit	14,0
ın man annimmt, dafs ein rasch gehender Fufs-	
nger zwei Schritte in einer Secunde macht, und	
it jedem Schritte 2½ F. zurücklegt, so ist seine	
eschwindigkeit in 1 Secunde	5,3

ıd er würde eine geographische Meile in etwas eniger als 1¼ Stunde zurücklegen.

ibliche Geschwindigkeit mit Ausdauer verbunden, haben neuesten Zeiten manche Wettläufer bewiesen. So lief HARSON am 13ten Nov. 1821 im Hyde-Park eine engleile in 246 Secunden, in 4 Absätzen mit jedesmal 5 Miluhe, welches eine Geschwindigkeit = 20,1 F. in 1 Sec. die engl. Meile zu 4956,6 Par. F. gerechnet. DUTTRY f schlüpfrigem Wege 5 engl. Meilen in 28 Min. 45 Sec. also mit einer Geschwindigkeit von 14,3 F. in 1 Sec. HAM ging in 53 Stunden einen Weg von 200 engl. Meiso gar keine Ruhezeit angenommen 5,2 F. in 1 Sec. mt HABERDEN ging am 18ten Nov. 1822 von Canterbury ndon, 57,5 engl. Meilen, in 10 Stunden, also 7,9 F. c. Ein Canadischer Indianer legt mit einer Last von glich 7 Meilen zurück, ein Eilbote aber 16 Meilen.

ter den Thieren ist die Geschwindigkeit und Ausdauer bthiere, hauptsächlich in den asiatischen und africanifüsten, defsgleichen des wilden Esels, der Giraffe, des traus, wenn sie verfolgt werden, sehr ausgezeichnet, t aber wird kein Thier hierin den Hund übertreffen. ht dieses schon am gezähmten gewöhnlichen Hunde, dhunde und Windhunde, hauptsächlich aber und bis taunen am Schlittenhunde der nördlichen Völker. Nach-

richten hierüber enthalten unter andern vorzüglich die Reisebeschreibungen von Müller und Cook, aus denen Scoresby einige ausgezeichnete Fälle entlehnt. Unter andern fuhr ein Schlitten mit Hunden vom Peter-Pauls-Hafen auf Kamtschatka nach Bolsherietzkoi hin und zurück, und legte somit eine Strecke von 270 engl. Meilen in 3¼ Tagen zurück, welches für 1 Sec. eine Geschwindigkeit von 4,4 F. giebt, wenn man gar nichts für die Zeit der Ruhe rechnet, diese aber nur als die Hälfte der ganzen Zeit angenommen, 8,8 F. Der Major Behm, Gouverneur von Kamtschatka, versicherte übrigens, dafs nicht selten derselbe Weg in 2½ Tage zurückgelegt werde, welches eine Geschwindigkeit von 6,2 F., und auf die Zeit der Ruhe gerechnet von 12,4 F. giebt; einmal sollte aber die Hälfte dieses Weges in 23 Stunden zurückgelegt seyn, welches etwas über 12 in einer Secunde, ohne auf die Ruhezeit etwas zu rechnen, beträgt. Noch auffallender aber ist was Müller erzählt, dafs 1714 der Cosak Markoff einen Weg von 800 engl. Meilen in 24 Tagen zurücklegte, welches ohne Rücksicht auf Ruhe eine Geschwindigkeit von fast 2 F. auf 1 Sec. giebt, und also sowohl die Schnelligkeit, als vielmehr die Ausdauer jener Hunde beweiset. Dabei gingen ihm zuletzt die Lebensmittel aus, dafs mehrere seiner Hunde vor Hunger und Ermüdung umkamen, und den Uebrigen zur Nahrung dienten. Seine [illegible] Tagereisen betrugen 80 bis 100 Werste, welches den Tag zu 12 Stunden gerechnet 7,6 F. für die Sec. beträgt. Parry[1] erzählt von den arktischen Hunden, dafs neun derselben eine Last von 1611 ℔. (auf Schlitten) 1750 Yard in 9 Stunden zurücklegten, welches eine Geschwindigkeit von 9,3 F. in einer Secunde beträgt.

Die Geschwindigkeit ist ferner entweder eine gleichbleibende oder veränderliche, und im letzteren Falle entweder vermehrte oder verminderte oder beschleunigte, welche beide wieder gleichmäfsig oder ungleichmäfsig, und selbst in dem verschiedenen Wechsel vermindert oder beschleunigt seyn können. Doch gehört diese Untersuchung aber gänzlich mit der über die Bewegung

---

1 An Account of the Arctic Regions. Lond. 1820. II Vol. 8. I. 58.

2 Edinb. Journ. of Science. I. 188.

e bereits angestellten zusammenfällt, so verweise ich hier auf jene.

ehr häufig wird von einer *Anfangs-* und einer *End-Ge-ndigkeit* geredet, und zwar hauptsächlich, wenn die Ge-ndigkeit der Bewegung eines durch grofse Kräfte beweg-örpers durch den Widerstand des Mittels, in welchem er ewegt, fortwährend abnimmt, oder wenn die Bewegung m Zustande der Ruhe durch stetig wirkende Kräfte ent- und daher mit Rücksicht auf das Gesetz der Trägheit stets leunigt wird. Die Untersuchung der Anfangs- und End-windigkeit kommt daher blofs bei solchen Bewegungen welche nach einem bestimmten Gesetze zunehmen oder ab-en, und wobei im letzteren Falle ein Zustand der Ruhe t, im ersteren aber ein Uebergang zur gleichmäfsigen Be-g eintreten kann, wenn der Widerstand des Mittels mit schleunigten Geschwindigkeit wächst, so dafs beide zu-inander gleich werden. Insbesondere kommt die Anfangs-windigkeit der Geschützkugeln bei den ballistischen Pro-n in Betrachtung, weil durch diese sowohl die Höhe als die Weite des Wurfes hauptsächlich bedingt wird, die Un-hung ihrer Endgeschwindigkeit gehört eben dahin als lage zur Bestimmung des Effectes der geworfenen Körper, alsdann für die Berechnung eine bestimmte Zeit der Be-g oder ein bestimmter durchlaufener Raum angenommen beides ist im Art. *Ballistik* bereits erörtert. Weniger nfangsgeschwindigkeit (weil man dieselbe meistens $= 0$ mehr aber die Endgeschwindigkeit kommt ferner in Be-ng bei solchen Körpern, welche durch die stetig wirkende der Schwere in eine gleichmäfsig beschleunigte Bewegung zt werden oder fallen, es mag dieses Fallen ein freies oder rgeschriebener Bahn, z. B. auf der geneigten Ebene oder er bestimmten Curve geschehen, wovon daher bereits in rtikeln *Fall* und *Ebene, geneigte,* die Rede war; auch ist ebergang einer beschleunigten Geschwindigkeit in eine mäfsige, bei Körpern, welche im lufterfüllten Raume frei allen, bei der Untersuchung des ballistischen Problems berücksichtigt, wird aufserdem im Artikel *Widerstand Mittel* nochmals näher betrachtet werden, und es genügt hier eine blofs allgemeine Andeutung des Gegenstandes. ner die Geschwindigkeit eine gleichmäfsig beschleunigte

oder eine gleichmäfsig verminderte, so giebt das arithmetische Mittel aus der Anfangsgeschwindigkeit und aus der Endgeschwindigkeit die sogenannte mittlere Geschwindigkeit, und man kann so ansehen, als ob der Körper sich mit dieser während der ganzen Daner seiner Bewegung gleichmäfsig bewegt habe. Durchläuft z. B. ein fallender Körper in der ersten Zeitsecunde 15 F., in der zweiten 45 F., so ist, wenn man eine ganze Secunde als Zeiteinheit annimmt, seine Anfangsgeschwindigkeit = 15, seine Endgeschwindigkeit = 45 und seine mittlere = 30; denn hätte er sich mit dieser gleichmäfsig bewegt, so würde er in 2 Secunden = 2 × 30 = oder 15 + 45 = 60 F. zurückgelegt haben [1].

Es giebt eine gewisse Geschwindigkeit, welche sehr allgemein und namentlich bei unzähligen Problemen der Mechanik als Normalgeschwindigkeit angenommen wird, und daher hier kurz erwähnt werden mufs, nämlich diejenige, welche ein frei fallender Körper in einer Sexagesimalsecunde, als Zeiteinheit angenommen, erhält. Wenn nämlich der Widerstand der Luft nicht statt findet, so fällt ein durch die Anziehung der Erde aus dem Zustande der Ruhe in Bewegung gesetzter oder fallender Körper in der ersten Secunde durch einen Raum von sehr nahe genau 15 Par. Fufs, und da die Schwere durch die der Masse der Erdmasse proportionale Anziehung erzeugt wird, folglich auch jene erstere unveränderlich seyn mufs, so lange die beiden letzteren nicht verändert werden, so eignet sich der durch die Schwere erzeugte freie Fall der Körper sehr gut zu einer Normalbestimmung der Geschwindigkeit im Allgemeinen. Zwar ist die Schwere und somit auch die Fallgeschwindigkeit der Körper nicht überall auf der ganzen Erde gleich [2], allein da auch diese kleine Verschiedenheit bei einigen feinen Messungen berücksichtigt werden mufs, so kommt sie doch in der gewöhnlichen technisch angewandten Mechanick gar nicht in Betrachtung, und man nimmt daher hierin allgemein 15 Par. F. als den Raum an, welchen ein frei fallender Körper in einer Secunde Sexagesimalzeit durchläuft, welcher dann sehr allgemein, auch von einigen, namentlich französischen Gelehrten, auch 1 genannt wird. Wenn aber 15 F. als der in 1 Sec. durchlaufene

---

1 Vrgl. *Fall.* Oben S. 7.

2 Vrgl. *Schwere.*

ngenommen wird, so ist klar, dafs die mittlere Ge-
ligkeit, womit dieser unter Voraussetzung einer stets
äfsigen Geschwindigkeit durchlaufen seyn würde, der
$\frac{1}{2}$ Sec. zugehört, und dafs daher ein Körper mit der in
anzen Secunde erreichten Geschwindigkeit, diese als
ifsig voraussetzt, den doppelten Raum oder 30 F. durch-
aben würde. Je nachdem man also jenen Raum von
itweder g oder $\frac{1}{2}$g nennt, ist die mittlere, einer Sexage-
ande zugehörige, Fallgeschwindigkeit c entweder: c =
: c = g. Man kann daher auch, wenn t = 1 Sec. ist,
iden Bezeichnungen $c = 2gt$ oder $c = gt$ setzen.
er der Raum = s, welchen frei fallende Körper durch-
dem Quadrate der Zeit proportional ist, oder $s = gt^2$;
gt^2) und also $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$; $\left(t = \sqrt{\frac{25}{g}}\right)$, so ist für
exagesimalsecunden gegebene Zeit der Fallgeschwindig-
i beiden Bezeichnungen

$$c = 2\sqrt{gs} \qquad c = \sqrt{2gs}$$

formalgeschwindigkeit dann zur Vergleichung mit an-
chwindigkeiten dient. Ist aber nicht der Raum = s be-
ondern die dem freien Falle zugehörige Zeit, so darf
für den Werth von s die diesem gleiche Gröfse sub-
und erhält dann wie oben:

$$c = 2gt \qquad c = gt$$

ich in jedem vorkommenden Falle die Geschwindigkeit
rch Rechnung finden, inzwischen kann man auch die
hiedenen Zeiten zugehörigen Geschwindigkeiten geome-
nstruiren, und erhält dann die sogenannten *Scalen der*
ndigkeit, deren weitere Erörterung mir aber überflüs-
nt [1].

Ausdruck *Winkelgeschwindigkeit* (vitesse angu-
ngular velocity) mufs hier noch erwähnt werden,
die Sache selbst im Artikel *Bewegung* [2] schon erklärt

Brandes Lehrbuch der Gesetze des Gleichgewichts und
gung fester und flüssiger Körper. Leipz. 1818. II Vol. 8.

. II. 8. 967.

ist. In der Hauptsache kommt die Winkelgeschwindigkeit in Betrachtung, wo irgend ein Punct (oder mehrere vereinte Punc eines Körpers sich um einen festen Punct bewegt, wie z. B. i der oscillirenden Bewegung eines einfachen oder zusamme setzten Pendels oder bei der Umdrehung irgend eines K um eine feste Axe, wobei jeder einzelne Punct desselben Kreis beschreibt, dessen Ebene auf die genannte Axe norm Die absolute Gleichheit der Entfernung dieses Punctes von d oder die Festigkeit der Axe selbst, um welche die Bewegu findet, ist keine nothwendige Bedingung für die Construc Winkelgeschwindigkeit, indem es vielmehr schon genügt beide nur in Beziehung auf die Bewegung als fest gedacht können, wie sie denn z. B. bei der Bewegung des Mondes nen Punct oder eine Axe in der Erde construirt werde obgleich die Erde an und für sich nicht ruhet, vielmehr eine gewisse Winkelgeschwindigkeit um einen Punct oder Axe in der Sonne hat. Das Wesen der Winkelgeschwi ist sehr einfach darzustellen. Indem nämlich die ein Puncte des um eine feste Axe bewegten Körpers Kre schreiben, die Winkel aller Kreise von den verschi Radien aber einander gleich sind, so beschreiben auch zelnen Puncte in gleichen Zeiten gleiche Winkel, u somit auch eine gleiche Winkelgeschwindigkeit. We absoluten Geschwindigkeiten den durchlaufenen Rau der Kreisbewegung aber die durchlaufenen Räume oder theile den Radien direct proportional sind, so verhalte gleichen Winkelgeschwindigkeiten die absoluten Ges keiten direct wie die Radien, und die absoluten Ges keiten dividirt durch den Abstand von der Umdrehung ben eine constante Gröfse, welcher Quotient eben die W geschwindigkeit genannt wird. Uebrigens kann die Be wobei die Winkelgeschwindigkeit untersucht wird, eine mäfsige oder eine ungleichmäfsige, und im letzteren wohl eine beschleunigte als auch eine verminderte ist nicht nothwendig, dafs die Bewegung des Körpers Kreise geschieht, welche namentlich bei den Planeten Trabanten nicht statt findet, nur mufs der Theil des fenen Raumes, für welchen die Winkelgeschwindig tersucht wird, in einer Ebene liegen, oder als da gend angenommen werden. Die hier mitgetheilte a

tung genügt in unmittelbarer Beziehung auf den unter-
n Ausdruck; eine nähere Betrachtung derjenigen Bewe-
n, bei welchen die Winkelgeschwindigkeit vorkommt,
cksicht auf die bewegenden Kräfte und das erzeugte Mo-
er Bewegung, gehört in die Werke über die theoretische
gewandte Mechanik [1].

er Ausdruck: *virtuelle Geschwindigkeit* (vitesse vir-
; *virtual velocity*) und *Princip der virtuellen Ge-
digkeiten* ist schon im Art. *Bewegung* [2] in sofern erwähnt,
er Gegenstand mit den allgemeinen Bewegungsgesetzen
uester Verbindung steht, inzwischen erfordert die Voll-
teit, hier nochmals darauf zurückzukommen, und nach-
n, in wiefern die Sache mit der Bezeichnung überein-

sjenige, was die neueren Geometer unter virtuellen Ge-
ligkeiten verstehen, und zur Auflösung oder Erläuterung
ler statischen und auch mechanischen Probleme benutzen,
ch vielleicht schon in den Schriften des Galilei [3] an-
, genauer und als höchst fruchtbar für die Statik wurde
aber erkannt durch Joh. Bernoulli, welcher seine An-
larüber im Jahre 1717 dem Pierre Varignon brieflich
e, und dieser behandelte dann die Aufgabe zuerst aus-
r [4]. Nach ihm wurde das Princip der virtuellen Ge-
igkeiten benutzt durch d'Alembert [5], in höchster Ele-
l als Grundlage der gesammten allgemeinen Mechanik
let sich dasselbe dargestellt durch Lagrange [6], wel-
le späteren Geometer gefolgt sind. Seitdem nämlich
in eine Anwendung dieses Princips in verschiedenen

---

hr vollständig hierüber ist Poisson Traité de Mécanique. Par.
Vol. 8. II. 62 ff. Eine kurze Uebersicht der hierzu gehöri-
gungsgesetze findet sich im Art. *Bewegung*. Th. I. S. 967.
Th. I. S. 945.
scorsi de Mecanica e Movimenti locali. Bologna 1655. Dial. III.

Varignon Nouvelle Mécanique. Par. 1725. II Vol. 4. Im
h. erwähnt Varignon die durch Bernoulli erhaltene Mit-

aité de Dynamique. Par. 1748. 4.
canique analytique. Par. 1811 u. 15. II Vol. 4. I. p. 8. ff.

Werken über die Statik und Mechanik fester Körper, z. B. Eytelwein [1], von Prony [2], welcher dasselbe sehr ausführlich behandelt, und auch in dem Lehrbuche der Physik Leslie [3], theils ist dasselbe für sich als analytisches Prin behandelt namentlich durch Viscovatov [4], Grafen G. Buquoy [5] Fossombrony [6] und vielleicht durch andere nicht bekannt gewordene Gelehrte. Carnot [7] verwirft die tuellen Geschwindigkeiten, weil sie als verschwindend angenommen werden, und setzt an deren Stelle *gerade Geschwindigkeiten.* Dem neuesten Anhänger dieses Pri Lagrange [8], folgen, als hauptsächlich zu berücksichtigen besondere La Place [9] und Poisson [10], dessen Dar

---

1 Handb. d. Statik fester Körper. Berlin 1808. II Vol. 8. und 77.

2 Leçons de Mécanique analytique. Par. 1815. II Tom p. 36. p. 199 ff.

3 Elements of Natural Philosophy. Edinb. 1823. T. I. s. a. a. O.

4 Mém. de l'Acad. de Petersb. 1809. T. I. p. 175. Er findet es unzulässig, dafs La Grange das Princip der virtu schwindigkeiten auf Bewegungen durch verschwindend kle beschränkt. Soll dasselbe indefs auch für Bewegungen krummen Oberfläche gültig seyn, so ist dieser Zweck nothw

5 Weitere Entwickelung und Anwendung des Gesetzes tuellen Geschwindigkeiten u. s. w. Leipz. 1814. 8.

6 Memoria sul Principio della velocita virtuale. Di Schrift, welche sehr rar seyn soll, konnte ich nirgend erh

7 Grundsätze der Mechanik u. s. w. Uebers. von C. i Leipz. 1805. 8. S. XII u. 125 ff.

8 Das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten, wie Grange, welchem alle übrigen folgen, wörtlich so ausgedrü système quelconque de tant de corps ou points, que l'on ve chacun par des puissances quelconques, est en équilibre, donne à ce système un petit mouvement quelconque, en v chaque point parcoure un espace infiniment petit, qui exp tesse virtuelle, la somme des puissances, multipliées ch l'espace que le point ou elle est appliquée, parcourt suiv rection de cette même puissance, sera toujours égale à zer. gardant comme positifs les petits espaces parcourus dans la puissances, et comme negatifs les espaces parcourus dans opposé. u. a. O. I. p. 22.

9 Méc. Cél. Liv. I. nach Poisson Traité de Méc. I. 251.

10 Traité de Mécanique. I. 231 ff.

Grunert [1] zum Grunde legt, jedoch in der Art, dafs er roblem auf eine eigenthümliche Weise erläutert, und einen hm selbst aufgefundenen allgemeinen Beweis desselben auf-

Die Sache selbst ist im Wesentlichen folgende.

Wenn irgend ein, durch mehrere entgegengesetzte Kräfte tirter Punct A vermöge des Gleichgewichts dieser Kräfte Fig. 206.
m Zustande der Ruhe befindet, und es wird ihm die ver-ndend kleine Bewegung A a mitgetheilt, so drückt diese A a die virtuelle Geschwindigkeit des Punctes A aus. Fäln das Perpendikel a p auf die Richtung der einen von den llicitirenden Kräften, so ist A p die virtuelle Geschwindiges Punctes A in Beziehung auf die Richtung der Kraft P, e also in diesem Falle positiv ist, negativ dagegen, wenn Fig. 206.
wegung der Richtung jener Kraft entgegengesetzt ist. Um Sätze allgemeiner auszudrücken, seyen X; Y; Z die drei Fig. 207.
inatenaxen zur Bezeichnung der Puncte im Raume, m A;
m″ A″ ..... die Richtungen der verschiedenen Kräfte, den Puncten m; m′; m″.... angebracht sind, und diese, e auf irgend eine Weise unveränderlich mit einander zuhängen, zu bewegen streben; wobei es der Fall seyn dafs einige dieser Puncte auf gegebenen geraden oder gten Oberflächen zum Theil ruhen, andere ganz unbeweglid. Wird dann diesem Systeme von Puncten eine verndend kleine Bewegung mitgetheilt, so dafs der Punct m , der Punct m′ nach n′, der Punct m″ nach n″ ..... so sind die verschwindend kleinen geraden Linien m n; m″ n″ .... die den Puncten m; m′; m″.... zugehörigen len Geschwindigkeiten. Fället man aber von diesen Punc-n′; n″ ..... die Perpendikel n a; n′ a′; n″ a″..... auf die gen der sollicitirenden Kräfte m A; m′ A′; m″ A″ ....., so nen diese die virtuellen Geschwindigkeiten der Puncte ; m″..... rücksichtlich auf die Richtung der Kräfte. n dann die absoluten sollicitirenden Kräfte durch P; P′ , die virtuellen Geschwindigkeiten in Beziehung auf die ng dieser Kräfte durch p; p′; p″.... bezeichnet, wobei = p; m′ a′ = p′; m″ a″ = p″..... sowohl positiv h negativ seyn können, so erhält man folgenden Aus-r das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten: Wenn

[1] tatik fester Körper. Halle 1826. S. 186 ff.

die Kräfte P; P'; P''.... im Gleichgewichte sind, so ist die Summe dieser Kräfte multiplicirt mit den ihnen zugehörigen virtuellen Geschwindigkeiten ihrer Angriffspuncte gleich Null; also im analytischen Ausdrucke

$$Pp + P'p' + P''p'' \ldots = 0.$$

Umgekehrt kann man auch sagen: Die Kräfte P; P'; P''... sind im Gleichgewichte, wenn dieser analytische Ausdruck für alle verschwindend kleine Bewegungen gilt (also auch die nicht vorgeschriebenen Bahnen), welche man dem Systeme der Angriffspuncte m; m'; m''.... geben kann.

Da es hier eines schulgerechten geometrischen Beweises des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten, wie ihn z. B. Fischer[1] gegeben hat, nicht bedarf, der eigentliche Erfinder desselben in seiner neuesten Gestalt, Lagrange, dasselbe einfach als einen ersten Grundsatz der Statik aufgestellt hat, wie es auch von La Place, Poisson und andern genommen wird, und die Gültigkeit desselben ohnehin leicht in die Augen fällt, so begnüge ich mich zu gröfserer Deutlichkeit seine Anwendung nur in einem einzigen Beispiele zu zeigen[2]. Es sey also ein geometrische Hebel DE gegeben, dessen Umdrehungspunct C liegt und auf welchen die Kräfte mA = P und m'A = P' in den Angriffspuncten m und m' wirken. Erhält dieser Hebel eine verschwindend kleine Bewegung, so rücken die Puncte m und m' nach n und n', und für den Zustand des Gleichgewichts findet die Gleichung statt

Fig. 208.

$$Pp + P'p' = 0$$

worin p und p' die virtuellen Geschwindigkeiten in Bezug auf die wirkenden Kräfte P und P' sind. Hierbei ergiebt sich, dafs die virtuellen Geschwindigkeiten in diesem Falle einander entgegengesetzt sind, und indem p positiv genommen wird, muss p' negativ seyn. Bei dieser Bewegung sind die Winkel mCn und m'Cn' einander gleich, die durchlaufenen Bogen mn und m'n' verhalten sich aber wie die Radien Cm und Cm', und sie behalten das nämliche Verhältnifs, wenn sie verschwindend klein werden, so dafs man allezeit hat

$$mn : Cm = m'n' : Cm'.$$

Fället man die Perpendikel na; n'a' auf die Richtungen der Kräfte

1 a. a. O. S. 192 ff.

2 Nach Poisson a. a. O. S. 233.

P′ oder ihre Verlängerungen, so hat man

$$p = ma\ ;\quad p' = -m'a'.$$

lle ferner die Perpendikel Cb; Cb′ auf die Richtung der nden Kräfte oder ihre Verlängerung und setze Cb = q; q′. Werden dann die verschwindenden Bogentheile mn n′ als geradlinige Perpendikel auf die Hebelarme Cm; trachtet, so sind die Dreiecke Cbm und mna; Cb′m′ n′a′ einander ähnlich; woraus folgt:

$$ma = \frac{mn}{Cm}\,Cb\ ;\qquad m'a' = \frac{m'n'}{Cm'}\,Cb'$$

o

$$p = \frac{mn}{Cm}\,q\ ;\qquad p' = -\frac{m'n'}{Cm'}\,q'.$$

a diese Werthe in die Gleichung für das Princip der vir- Geschwindigkeiten unter Voraussetzung des Gleichge- substituirt, und die nach dem oben angegebenen Ver- e, nämlich mn : Cm = m′n′ : Cm′, gleichen Factoren assen, so erhält man:

$$Pq - P'q' = 0$$

folgt, dafs die das Gleichgewicht beim Hebel gebenden P und P′ im umgekehrten Verhältnisse der Perpendikel nterstützungspuncte auf die Richtung der bewegenden tehen, oder

$$P : P' = q' : q$$

das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten als durch ründetes Axiom zu betrachten, oder geometrisch voll- ewiesen, so liefert es zugleich einen directen vollgül- weis des bekannten, für den mathematischen Hebel gül- setzes.

serdem kann bei den verschiedenen Untersuchungen der t die Geschwindigkeit der erzeugten Bewegungen noch len bezeichnet werden, z. B. die *reducirte* Geschwin- wenn man dieselbe auf eine bestimmte Richtung oder es Körpers bezieht, die *resultirende* Geschwindig- che aus verschiedenen zusammengesetzten Geschwin- entsteht u. dergl. m., allein diese Ausdrücke versteht t ohne weitere Erklärung. Bei der Construction der n ist es ein Gegenstand grofser Wichtigkeit, zu be- mit welcher Geschwindigkeit sich die einzelnen Theile bewegen. Allgemeine Untersuchungen hierüber hat

hauptsächlich Robison[1] angestellt, specielle Betrachtungen de selben in Beziehung auf die einzelnen Maschinen finden sich den Werken über die praktische Mechanik, worauf ich hier v weisen muſs. Ein Werkzeug, womit allgemein die Geschw digkeit einer bewegten Maschine gemessen werden soll, Tac *meter* genannt, erfüllt seinen Zweck nicht vollständig[2].

L.

Gesicht.

Sehen; *Visio, Visus;* Vision, vue; *Vision,* bezeichnet diejenige Afficirung des Auges durch das Lic mögе welcher die lebenden Wesen die Anwesenheit des und erleuchteter Gegenstände überhaupt wahrnehmen, in dere aber über Form, Gröſse, Entfernung, Farbe u. s. w. der Dinge zu urtheilen in Stand gesetzt werden. Zum eig Sehen ist daher nicht bloſs das Auge in dem erforderlich stande der Thätigkeit und eine genügende Stärke des Li forderlich, sondern auch daſs das eigenthümliche Lic leuchtender Körper in das Auge dringe, und daſs die leuchteten auf die sogleich näher zu erläuternde Weise im Auge erzeugen. Daſs irgend ein anderes Organ Licht auf eine solche Weise afficirt werden könne, als wäre, um die Functionen des Auges zu ersetzen; davon noch kein genügend begründetes Beispiel bekannt, gleich verschiedene Personen durch gesteigerte Empf des Gefühls die Beschaffenheit, Form und auch wohl F ler Gegenstände vermittelst des Betastens zu unterscheid mochten[3], so ist doch dieses keineswegs ein Sehen u die zuweilen verbreiteten Erzählungen von einem Sehen durch andere Organe sind aber bei genauerer chung stets falsch befunden[4]. Eine allgemeine Empf

1 System of mechanical philosophy. Edinb. 1822. IV II. 232.

2 Vrgl. *Tachometer.*

3 S. *Gefühl.*

4 Das neueste Beispiel dieser Art ist das der Mac-Ev of Phil. X. 286. Vrgl. G. LVIII. 224. Am bestimmtesten gegen ungenügende Behauptungen der letzteren Zeit äufsert sich Rudolphi Grundr. d. Phys. II. 69.

Gefühls aber, wovon z. B. Digby [1] erzählt, dafs er durch feine Empfindung heiteres Wetter von trübem genau unterden könne, ist keineswegs ein Sehen zu nennen. Bei den chiedenen Thierclassen zeigen sich mancherlei Modificatiodes Sehens, welche aber hier nicht erörtert werden können, der Physiologie überlassen bleiben, indem hauptsächlich von dem Afficirtwerden und der Thätigkeit des menschliAuges die Rede seyn kann.

Die Begriffe der Alten vom Sehen waren sehr unrichtig. der Meinung der Platoniker und Stoiker gehen Lichtstrahom Auge aus, treffen andere vom Objecte kommende, und be sichtbar machende Strahlen, und kehren von hier mit Gefühle der Gegenstände wieder zurück. Diese Meinung idigte noch Roger Baco [2]. Die Epikureer dagegen liedleine Bilderchen von den Objecten ausströmen, womit die Peripatetiker übereinstimmten, mit der Ausnahme, ie Bilderchen unkörperlich seyn sollten. Aristoteles loſs, es müsse ein unkörperliches Wesen das Sehen be, und das durch das Auge Wahrgenommene sey nicht die selbst, sondern nur ein Schein derselben, wie der Abines Siegels in Wachs. Letzterer Ausdruck wurde von Schülern wörtlich genommen, und sie sagten daher, die machten einen Eindruck auf die zunächst liegende Luft, af die angrenzende, und so fort bis zur Krystalllinse, ihnen das Hauptorgan des Sehens zu seyn scheint [3]. einung erhielt sich sehr lange, namentlich beim Oriba-Celsus [5] u. a. Die Meinung des Aristoteles stimmt von Cartesius gehegten ziemlich überein; denn dieser das Sehen werde vorzüglich erzeugt durch die Schwineines im Auge befindlichen, durch das Licht erregten ien Mediums, welche durch die feinen Nervenfasern m Sensorium kämen, die Sonne drücke gegen den überall ten feinen Aether, und die hierdurch von den Objecten

---

actatus de natura corporum. C. 28 n. 7.

us maius. p. 289.

erin liegt eine Uebereinstimmung mit der Meinung derjenihe das Sehen für gleichartig mit dem Hören halten wollen. p. omn. ed. Rosarii. 3 Tom. Basil. 1557. 8. I. p. 82.

Med. lib. VII. c. 7. n. 13.

ausgehenden Schwingungen würden bis zum Sensorium fortgepflanzt.

Was das Auge rücksichtlich des Sehens leiste, und auf welche Weise dieses geschehe, darüber kann bei richtiger Kenntnifs der optischen Gesetze kein Zweifel obwalten. Im Allgemeinen ist das Auge als eine *camera obscura* anzusehen, wie zuerst J. B. Porta [1] fand. Indefs kannte dieser den Bau des Auges nicht genügend, und hielt daher die Pupille für die Oeffnung, durch welche das Bild auf der Linse gebildet würde. Kepler [2] verbesserte diesen Irrthum dahin, dafs die Netzhaut als die Wand annahm [3], auf welche die durch Krystalllinse nach optischen Regeln erzeugten Bilder fielen. Seine Kenntnifs dieser Sache war so genau und vollständig, dafs er auch die Wirkung der Hohl- und Convexgläser für kurzsichtige und weitsichtige Augen nachwies [4]. Eine unbestimmte Andeutung dieser Sache findet sich indefs schon bei Vitello. Obgleich hiermit die Sache vollständig erklärt war, so erwarb sich dennoch Scheiner im Jahre 1625 das grofse Verdienst, die Wahrheit durch einen entscheidenden Versuch fester zu begründen, indem er vorzüglich an Augen von Ochsen und Schafen, aber auch an einem menschlichen Auge die hinteren Häute auflöste, und dann die Bilder der Gegenstände auf der Netzhaut wahrnahm [6].

Nach Kepler's richtiger Theorie werden die von den Fig. 209. sehenen Objecten ausgehenden Lichtstrahlen S S S in Folge der Brechungsgesetze für durchsichtige Medien an jeder Oberfläche [7] nach ihrem Durchgange durch die da-

---

1 De refractione, optices parte libri IX. Neap. 1583. 4.

2 Paralipomena ad Vitellionem. Frkf. 1604. 4. cap. 5. prop. 60.

3 Ueber die Theile des Auges. S. *Auge*.

4 Klügel zu Priestley's Geschichte d. Optik. S. 68.

5 De humani corporis fabrica libri septem. Basil. 15[illegible] p. 517.

6 Schotti Magia univers. p. 87. C. Scheiner Oculus, sive fundamentum opticum, in quo radius visualis eruitur, sive visionis sedes decernitur, et anguli visorii ingenium reperitur. Lond. [illegible] p. 176 ff.

7 S. *Brechung des Lichtes*, Th. I. S. 1129. und [illegible] *Linsengläser*.

Hornhaut in der wässerigen Feuchtigkeit der Axe des Auges
ibrochen, durchkreuzen sich in der Linse l, und erzeugen
verkleinertes, verkehrtes Bild s s s auf der Retina. Inso-
die Linse sich wirklich im Auge befindet, eine jede Linse
von sehr weit im Verhältnifs ihrer Dicke entfernten Gegen-
len ein Bild in ihrem Brennpuncte erzeugt, so mufs noth-
lig auch die Linse des Auges ein Bild hervorbringen, wel-
den Messungen zu Folge gerade die Netzhaut trifft[1]. Die-
it schon früher durch KLÜGEL [2] berechnet, am kürzesten
vollständigsten aber durch HUTTON [3]. Nach diesem ist in
schen Zollen [4] der Halbmesser der Krümmung der Cornea
'. = r; das Verhältnifs des Sinus des Einfalls aus der Luft
m der Brechung in der wässerigen Flüssigkeit = 4 : 3 =
; und indem nun die Brennweite für parallele oder weit
nte Strahlen = $\frac{mr}{m-n}$ ist, so giebt dieses für diese erste
ung 1¼ Z. Die so convergirenden Strahlen erreichen die
alllinse, und würden also nach Abzug der Dicke der wäs-
n Flüssigkeit in einer Entfernung von 1,228 Z. hinter der-
i sich vereinigen. Es sind aber die Krümmungshalbmes-
r Flächen der Krystalllinse, der vorderen = ¼ Z.; der
en = ⅛ Z.; und das Verhältnifs des Sinus des Einfalls aus
isserigen Flüssigkeit zum Brechungssinus in der Krystall-
nach Versuchen = 13 : 12. Indem also r = ¼; d =
; m = 13; n = 12 ist, so findet man die Brennweite
der vorderen Seite der Linse = $\frac{mdr}{md-nd+nr}$ = 1,02 Z.
nvergirenden Strahlen erreichen die gläserne Feuchtigkeit
der Linse, deren Fläche concav mit einem Krümmungs-
sser = ⅛ Z. ist. Indem nun das Brechungsverhältnifs
se = 12 : 13 ist, so giebt die nämliche Formel
$\frac{dr}{d+nr}$ die Brennweite hinter der Linse = 0,6 Z.

---

[1] MARTIN's New Elements of Optics. V. 80. Dessen Philosophia
a. Deutsch. Uebs. III. 85.
[2] Priestley Gesch. d. Opt. S. 465. Vrgl. Olbers diss. de Oculi
p. 5.
[3] Dict. I. 506.
[4] Die Angaben der Dimensionen in Par. Z. s. *Auge*. am Ende.

nahe genau, wenn hierin nach Abzug der Dicke der Linse d = 0,82 gesetzt wird. Es ist nämlich die Dicke der Linse nahe genau = 0,2 Z., und die Entfernung derselben von der Retina gleichfalls durch Versuche nahe = 0,6 Z. gefunden, wonach also das Bild auf die Netzhaut fallen mufs.

Eine weiter unten vorkommende Frage über die Möglichkeit des Sehens unter Wasser veranlafste mich vor einigen Jahren, den Abstand der Cornea von der Netzhaut nach den im Art. *Auge* angegebenen genauen Bestimmungen der Krümmungen und der lichtbrechenden Kraft der verschiedenen Theile des Auges zu suchen, woraus dann gleichfalls mit Evidenz hervorgeht, dafs die Bilder derjenigen Gegenstände, welche sich in 10 Par. Z. Abstand vom Auge befinden, die Netzhaut treffen müssen [1]. Ist nämlich in Par. Mafs

der Halbmesser der Cornea . . . . = ϱ = 1
der Halbmesser der vorderen Linsenfläche . = r = 1
der Halbmesser der hinteren Fläche derselben = r′ = 1
der Abstand der Linse von der Cornea . . = a = 1
die Dicke der Linse . . . . . = b = 1
das Brechungsverhältnifs aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit . . . . . = n : 1 =
aus der wässerigen und gläsernen Flüssigkeit in die Krystalllinse . . . . = m : 1 =

so ist der Vereinigungspunct der in das Auge fallenden Lichtstrahlen bekanntlich

$$f = \frac{n d \varrho}{(n-1)\, d - \varrho}.$$

Um dann den Vereinigungspunct der auf diese Weise convergirenden Lichtstrahlen hinter der hinteren Fläche der Krystalllinse = z vermöge der Wirkung dieser letzteren zu finden, sey

$$x = f - a$$

und der der Kürze wegen

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{m r r' - (m-1)\, r' b}{(m-1) m r - (m-1)^2 b + (m-1) r'}$$

so ist $z = \dfrac{\alpha x - r r' b}{\beta x - (m-1)\, r b + m r r'}$

---

1 Gilb. Ann. von Poggendorf LXXVIII. 261. Da dieser Gegenstand so oft in Betrachtung kommt, so trage ich kein Bedenken, die Hauptsachen aus jener Abhandlung hier herzusetzen.

r Abstand der Netzhaut von der Cornea = z + a + b.
merische Rechnung giebt

$$f = 16''',3982 \; ; \; x = 15''',1482$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{7,6225}{0,2779} \; ; \; z = \frac{100,467}{11,53824} = 8,707$$

+a + b oder der Abstand der Hornhaut von der Netz-
: 11,957 Par. Duodecimallinien, welches so genau mit
ke des Auges übereinstimmt, als bei der Schwierigkeit
Bestimmung der den Berechnungen zum Grunde liegenden
nur erwartet werden kann [1].

Uebereinstimmung hiermit haben nicht blofs Scheiner,
auch viele Anatomen späterhin Bilder der, vor dem
efindlichen, Gegenstände auf der Retina wahrgenommen,
nentlich hat Magendie [2] mit den Augen der Kakerlacken,
Kaninchen u. a. Versuche dieser Art angestellt, bei
lie Abwesenheit des schwarzen Pigments der Choroiden
hrnehmung der Bilder auf der Retina gestattet. Bei so
n bekannten und unleugbaren Thatsachen verdient die
ung des Nic. Theod. Mühlibach [3] keine ernste Be-
tigung, wenn er die Anwesenheit des Bildes auf der
anz leugnet, noch weniger die Hypothese von Lehot [4],
das Bild nach den drei Dimensionen der Körper in der
n Feuchtigkeit entstehen soll; vielmehr hat man seit
im Allgemeinen nicht mehr gezweifelt, dafs das auf
gebene Weise erzeugte Bild Ursache und Bedingung
ns sey.

en diese Theorie erhob zuerst Mariotte [5] deswegen
weil er die Stelle des Sehnerven, wo er ins Auge
unempfindlich fand. Schon 1668 wurden Versuche,
s zu beweisen, in Gegenwart des Königs von England
t. Man befestigt an einer dunkeln Wand in der Höhe

---

ne Formel zur Berechnung der Brennweite der Krystalllinse
icht auf die ungleiche Dichtigkeit ihrer Lagen von Pouillet
in Bullet. de la soc. Philom. 1826. Jan. p. 6.
ém. sur l'usage de l'épiglotte. Par. 1813. 8. p. 27 — 86. Pré-
de Physiol. Par. 1816 u. 17. II Vol. 8. I. 59.
quisitio de visus sensu. Vindob. 1816. 8.
ugnatelli Giorn. Dec. II. IV. 151.
uvres. p. 496. Phil. Trans. T. II. J. 1668. p. 668. Acta Erud.
8.

bemerkt gleichfalls, dafs die Aderhaut keine Fortsetzung der äu-
nen Haut des Sehnervens sey, auch nicht mit der dünnen Reg-
haut unmittelbar zusammenhänge; vielmehr finde man beid
durch ein zelliges Gewebe von einander abgesondert.

M. W. Plagge[1] läfst das Auge wie einen Spiegel wirk
und meint, das von demselben zurückworfene Bild sey das e
gentliche Object des Sehens. Mit Recht bestreitet Mann
diese abentheuerliche Meinung, worauf der Erfinder durch
gemeine Erfahrung geführt zu seyn scheint, dafs jedes Au
vermittelst seiner blanken Oberfläche als Kugelspiegel wirk
ein verkleinertes Bild der vor ihm liegenden Gegenstände
tirt, welches nach bekannten optischen Gesetzen [3] sch
hinter die spiegelnde Fläche fällt. Allein abgesehen von
Täuschung könnte überall durch Spiegelung kein Bild
kommen, und könnte daher sowohl einerseits das Gespiegel
Auge überhaupt nicht gesehen werden, als auch anderer
wenn es die einzige und nothwendige Bedingung des
wäre, das durch Amaurose und Katarakte verdunkelte Au
dem gesunden gleich gut sehen müfste, weil beide gle
kommen auf der Oberfläche spiegeln. Auch J. Reade[4] tr
ser eben genannten Meinung mit der Modification bei,
Nerven der Cornea dem Sensorium die Empfindung dies
geben sollen. Vorher sucht er noch mit weit mehr Dre
als Bescheidenheit gegen die vielen Anhänger der Kep
Theorie diese letztere durch Gründe und Folgerungen
suchen zu widerlegen, deren Unhaltbarkeit jedem gr
Optiker sogleich auffallen mufs. Eben so wenig haltbar
auch Mayer's Hypothese [5], wonach das Auge als Hol
wirken soll, eine Idee, welche übrigens vorlängst sch
resc [6] gesagt, aber als unhaltbar wieder aufgegeben ha
theils ist nämlich die Retina nichts weniger als hinlängli
um durch Reflection ein Bild zu erzeugen, anderntheils

1 Meckel's Archiv V. 97—105. VII. 213—220.
2 Ebend. VI. 55.
3 S. *Spiegel*.
4 Ann. of. Phil. XV. 260.
5 Meckel Arch. VI. 55.
6 Vita Nic. Claud. Peirescii auct. P. Gassendo. Hag
p. 172.

ı das Bild, wenn es wirklich durch Spiegelung erzeugt durch ein anderes Organ wieder aufgefangen und wahrmen werden, indem dasselbe in der Wirklichkeit nicht den Spiegel fällt, sondern sowohl optisch, als auch eih vielmehr vor denselben. Peiresc und nach ihm Anhorn [1] lassen daher das Bild gegen den Glaskörper rewerden, und von hier aus auf den Sehnerven wirken; uch diese Hypothese ist aus den angegebenen Gründen ar.

us verschiedenen andern Gründen hat neuerdings auch ell [2] gegen Kepler's Theorie des Sehens Einwendunmacht, welche unterschiedenen Physiologen mit Unrecht deutung zu seyn schienen [3]. Dem wesentlichen Inhalte Argumente nach leugnet er nicht, dafs ein herausgenomAuge, wenn man die hinteren Theile bis auf die Markegnimmt, und eine reflectirende Fläche an deren Stelle auf dieser ein Bild eines vor der Pupille befindlichen Gedes bildet, allein es sollen hierbei die Bedingungen anls im unnveränderten Auge seyn. Damit ein Werkzeug etzeuge setzt er nämlich zwei Bedingungen fest, näm. dafs es die vom Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen mle, dafs sie auf die zurückwerfende Fläche hinsichtlich stalt und Farbe genau einfallen, und 2. dafs eine Fläche den sey, welche die Lichtstrahlen so zurückwirft, dafs schauer die Empfindung eines Bildes erhält. Die erste ung findet er im Auge gegeben, die zweite aber nicht, ren blofser Aufstellung indefs schon ein auffallender Mannauer optischer Kenntnisse sichtbar wird. „Dem Auge h" — so fährt er fort zu argumentiren — „fehlt die zuerfende Fläche, indem die Retina so gut als vollkommen ichtig ist, und die Markhaut wegen ihres schwarzen Pig-

---

The seat of vision determined. Lond. 1813. 8.

Annals of philos. X. 17. Jahr. 1817. Daraus deutsch. Arch. 0.

Treviranus Verm. Schr. III. 156. Campbell's Einwendungen gepler's Theorie haben zu ihrer Zeit Aufsehen erregt, weswegen e ausführlichere Darstellung derselben nöthig scheint, Rumball's ente aber gegen die Erzeugung und Umkehrung der Bilder im . Phil. Mag. and Ann. of Phil. II. 376 sind ganz ohne Grund, iderstreiten ausgemachten optischen Gesetzen.

mens die Lichtstrahlen verschluckt, und nicht reflectirt; zur Erzeugung eines Bildes aber mufs eine reflectirende Fläche vorhanden seyn, welche die durchsichtige Netzhaut nicht in der Art, als z. B. dahinter gehaltenes Papier, seyn kann."

Jeder Optiker wird sogleich einsehen, dafs hierbei eine ganz irrige Vorstellung von den Bildern zum Grunde liegt. Wenn das Papier durch Reflection ein Bild erzeugte, so würde es dieses so gut bei jedem davor gehaltenen Gegenstande thun müssen, als wenn es an die Stelle der Retina oder überhaupt in den Brennpunct einer biconvexen Linse gehalten wird. Indem aber blofs im letzteren und nicht auch im ersteren Falle ein Bild erzeigt, so liegt hierin schon ein entscheidender Beweis, dafs das hinter dem Auge sichtbare, durch die Linse erzeugte Bild nicht vorhanden ist, und dafs die, dasselbe hervorbringenden Lichtstrahlen auf der Fläche des Papiers blofs vereinigt sind. Sind aber, als diese zum Bilde vereinigten Lichtstrahlen die Fläche des Papiers treffen, müssen sie auch die Netzhaut treffen, wenn sie die Stelle des Papiers einnimmt, mithin diese als Bild, nicht aber als blofses Licht afficiren, und somit das Sehen hervorbringen können. Jedes Bild übrigens, sey es katoptrisch oder dioptrisch entstanden, bedarf keiner reflectirenden Fläche, weder um überhaupt vorhanden zu seyn, noch auch um gesehen zu werden, wohl aber Abscheidung des zugleich in das Auge fallenden, den Eindruck desselben schwächenden zerstreuten Lichtes, kann aber unter dieser letzteren Bedingung nicht blofs in der Luft, sondern auch im leeren Raume existiren und gesehen werden. Man sieht daher die Bilder sowohl vor concaven Hohlspiegeln als auch im Rohre der Fernröhre ohne Ocular in der Luft schweben, und betrachtet dieselben beim Spiegelteleskop und beim dioptrischen Tubus durch die Loupe, ohne dafs in beiden Fällen eine reflectirende Fläche vorhanden ist [1].

Dagegen beruhet nach Campbell's Theorie das Sehen auf zwei Momenten, der Empfindung der Farbe und der Wahrnehmung der Gestalt, welche beide so verschieden seyn sollen, dafs sie besondern Sinnesaffectionen zugeschrieben werden müssen. Sie nur deswegen vereinigt gedacht werden, weil sie stets zusammenfallen. Hinsichtlich der Wahrnehmung der Gestalt soll etwas Aehnliches als beim Gefühle stattfinden, indem die Netz-

1 S. *Bild*.

n durch sie dringenden reflectirten Lichtstrahlen, welche
rm der Körper genau entsprechen, und so die Form ge-
zeichnen, afficirt wird. — (Hierbei ist indefs unter meh-
ndern übersehen, dafs der Lichtkegel von einer Scheibe,
r Kugel und dem Cylinder gleich ist, der Anwendung auf
e nicht zu gedenken). — Die Vorstellungen von der Farbe
uf gleiche Weise erzeugt werden, als die Empfindungen
ren, Salzen u. s. w. beim Schmecken, indem die ver-
artigen Lichtstrahlen die Empfindungen der Nerven auf
Weise erregen, als die schmeck- oder riechbaren Sub-
und indem jede Farbe mit ihrer eigenthümlichen Wirk-
in der nämlichen Lage durch die Netzhaut dringt, in
sie auf dem Objecte geordnet ist, so mufs die Vorstel-
n Gestalt und Farbe zugleich entstehen. — Bei dieser,
ersten Blick scheinbaren, Erklärung ist der chemische
und die wirkliche Berührung der auf Geschmack und
wirkenden Substanzen nicht berücksichtigt, und aufser-
ften die subjectiven Farben und gefärbten Schatten hier-
wer zu erklären seyn. Es ergiebt sich also, dafs Camp-
Theorie nach optischen Gesetzen eben so unhaltbar ist,
Einwürfe gegen die bisher bestehende nichtig sind.
h später endlich, als Campbell, hat C. J. Lehot[1] in
enen Abhandlungen zu zeigen sich bemühet, dafs die
genommene Theorie des Sehens unzulässig sey, und
e neue aufgestellt, wonach die Spitzen der in den ver-
n Theilen des Auges gebrochenen Lichtkegel in der
Feuchtigkeit ein räumliches Bild (nach drei Dimensio-
ngen, die Retina aber nicht treffen sollen. Es ist in
etwas seltsam, da nach allen auf die genauesten Mes-
gründeten Berechnungen die Brennpuncte mehr *hinter*
als vor dieselbe fallen (welches aus dem Umstande,
Messungen an todten Augen angestellt wurden, leicht
ist), und die Bilder auf der Retina so unzählig oft
t sind, dennoch diese Thatsachen nicht berücksichti-
ollen. Auch die Hypothese Lehot's verdient daher
s so viele Aufmerksamkeit, als ihr in einigen franzö-
eitschriften zu Theil geworden ist, vielmehr kann

---

velle Théorie de la Vision. 1er Mémoire. Par. 1825. Die-
och andere gefolgt.

man sie ohne Nachtheil für die Wissenschaft ganz unbeachtet lassen.

Kepler's Theorie, welche in so fern die geometrische Construction und die unmittelbare Erfahrung für sich hat, als durch die Krystalllinse zum Bilde vereinigte Licht die Netzhaut berührt, mithin eine eigenthümliche Afficirung derselben bewirkt, bringt die Erklärung des Sehens so weit, als sie in die Physik gebracht werden kann und mufs. Auf welche Art aber das Hinfallen der zum Bilde vereinten Lichtstrahlen auf die Retina nicht blofs überhaupt eine Empfindung erzeugt, sondern auch die Vorstellung des gesehenen Gegenstandes gewährt, dieses zu erklären fällt den Physiologen und Psychologen anheim, welche aber bis jetzt noch überhaupt die eigenthümliche Art, wie die Afficirungen der Nerven geschehen, die Empfindungen hierdurch hervorgebracht werden, nicht erklärt haben, indem die Hypothesen von den Schwingungen der Nerven oder einem eigenen, sie umgebenden, ätherischen Fluidum nicht über die Grenzen des blofs Hypothetischen hinausgehen. In specieller Beziehung auf das Licht liefse sich wohl aus dem Wesen desselben hergenommene, mindestens sehr wahrscheinliche Hypothese aufstellen. Das Licht nämlich hat in seinen sowohl zum Weifs vereinigten als auch prismatischen Strahlen zwei hervorstechende Eigenschaften, indem es entweder eine chemisch wirkende, die rothen aber eine erwärmende Kraft besitzen, beide Wirkungen aber den vereinigten weifsen Strahlen gleich zukommen [1]. Obgleich nun auch die Entstehung der Wärme auf den Chemismus zurückgeführt werden kann [2], wo hin beide Wirkungen zusammenfallen würden, so treten sie doch in ihren Aeufserungen verschieden hervor, und man kann sonach annehmen, dafs die chemische Affection und die Erregung der Nerven der Retina durch das Licht die Empfindung des Sehens erzeugten. Hierauf liefse sich denn auch die Erscheinung zurückführen, welche die Afficirung der Zunge, der Nase, des Mundes u. a. m. durch den Strom der Voltaischen Elektricität im Auge hervorzubringen pflegt, wenn gleich ein mechanischer Druck gegen das Auge einen ähnlichen,

---

1 S. *Licht.*

2 S. *Wärme, Erzeugung derselben.*

verschiedenen Lichtschein zu erzeugen vermag. Im Gan-
it jedoch diese Hypothese viel zu wenig begründet, als
ie nur auf grofsen Beifall rechnen könnte, und die schwie-
rage bleibt so nach noch so gut als ganz unbeantwortet.

Die Linse ist zwar derjenige Haupttheil des Auges, durch
en das auf die Retina fallende Bild ganz eigentlich hervor-
:ht wird. Allein es folgt aus den Erscheinungen der *ca-
obscura*, womit das Auge so grofse Aehnlichkeit hat, dafs
ohne diese die Erzeugung eines Bildes möglich ist, und so
et es sich denn auch, dafs Patienten, denen der graue
durch Herausnahme der Linse operirt ist, dennoch, wenn
undeutlicher, doch überhaupt sehen. In diesem Falle dient
iconvexe Glaslinse, die sogenannte *Staarbrille*, zum Er-
der herausgenommenen Krystalllinse, bis letztere wieder
gt ist.

Das Auge, als optisches Werkzeug betrachtet, mufs noth-
ig allen denjenigen Bedingungen unterliegen, welche mit
n ähnlichen Vorrichtungen unzertrennlich verbunden sind.
lich finden wir auch, dafs die Gefäfshaut und die innere
der Traubenhaut mit einem dicken *schwarzen Pigmente*,
dem Inneren der optischen Instrumente, überzogen sind,
le andere Lichtstrahlen zu verschlucken, und ihre Reflec-
u verhindern, aufser diejenigen, welche das Bild auf der
aut zu erzeugen bestimmt sind. Fehlt dieses Pigment,
ei den Kakerlaken, so werden die Augen durch den zu
n Lichtreiz geblendet, und diejenigen, bei denen sich
findet, sehen lieber bei wenigem Lichte. Ferner geben
iconvexen Linsen der optischen Werkzeuge, wenn ihre
mungen Kreissegmente sind, wie wohl ohne Ausnahme
all seyn mag, keine vollkommen scharfe Bilder in ihrem
puncte, sobald die Lichtstrahlen in einiger Entfernung von
ixe auf sie fallen, ein Fehler, welchen man *die Abwei-
g wegen der Kugelgestalt* nennt. Indem aber das gesunde
durchaus scharfe Bilder giebt, so mufs dieser Fehler corri-
eyn. Im Allgemeinen werden die weiter von der Axe des
s in dasselbe fallenden Lichtstrahlen schon durch die Pu-
abgeschnitten, allein dieses würde bei der geringen Ent-
ng der Retina von der Linse nicht genügen. Einige haben
ubt, dieser Fehler werde durch die parabolische oder hy-

perbolische Krümmung der Linse aufgehoben [1], und da es wohl unmöglich ist, hierüber durch absolut genaue Messungen zu Gewifsheit zu gelangen, so läfst sich eine solche Hypothese auch nicht bestimmt widerlegen. Indefs bedarf es solcher Voraussetzungen nicht, da es erwiesen ist, dafs die Linse nach dem Rande hin an Dichtigkeit abnimmt, wodurch dieser Fehler von selbst aufgehoben wird, wie PORTERFIELD [2] zuerst aufgefunden hat.

Eine zweite aus dem Baue des Auges nothwendig folgende Unvollkommenheit ist die *Farbenzerstreuung*, indem die durch die Linse desselben erzeugten Bilder farbige Ränder haben müfsten, hierdurch undeutlich werden müfsten. Indem aber das Auge diesem Fehler nicht zu unterliegen, vielmehr achromatisch zu seyn scheint, so nehmen viele an, dafs derselbe durch das entgegengesetzte farbenzerstreuende Vermögen seiner drei Flüssigkeiten aufgehoben werde, und das Auge somit zur Classe der achromatischen Werkzeuge gehöre [3]. Man hat sich bemüht, dieses bestimmt darzuthun, ohne genügende Resultate zu erhalten. Dieses auch als unmöglich erscheint, wenn man berücksichtigt, dafs die Quantitäten der einzelnen Flüssigkeiten des Auges, welche man im frischen Zustande zu erhalten im Stande ist, zu genauen Versuchen zu geringe sind, dafs sie sich sogleich nach dem Tode verändern, und dafs alle Flüssigkeiten nach HOFER's [4] Untersuchungen ihr farbenzerstreuendes Vermögen durch den Wechsel der Temperatur bedeutend ändern. Man hat schon DOLLOND [5] gegen EULER gezeigt, dafs die Lichtstrahlen durch alle drei Flüssigkeiten des Auges der Axe zugeführt werden, welches mit dem Achromatismus unverträglich ist, und die geringe Menge der *Morgagni'schen Flüssigkeit* zwischen der Linse und ihrer Kapsel ist nicht im Stande, die erzeugte Farbenzerstreuung zu compensiren.

---

1. PARIS in Mém. de l'Ac. 1725. p. 20. YOUNG in Phil. Tr. 18[illegible]

2 On the eye. cet. I. 439. Vergl. MOLLWEIDE bei G. XXI. [illegible] YOUNG. a. a. O.

3 L. EULER Journ. Encyclop. 1765. II. 146. Mém. de Berlin, widersprach D'ALEMBERT Mém. de l'Ac. 1767. p. 81. Vergl. [illegible] vollständiger u. fafslicher Unterricht in d. Naturlehre, in einer [illegible] von Briefen. Leipz. 1801. 4 Bde. 8. III. 405.

4 G. LVI. 277.

5 Phil. Trans. LXXIX. 256.

o schwierig es indefs seyn mag, über ein so künstlich ge- Werkzeug, als das Auge ist, mit Gewifsheit etwas fest- en, so ist es doch durch sichere Erfahrungen ausgemacht, as Auge *nicht achromatisch* sey, und die scheinbare Far- igkeit der Bilder ist vielmehr aus der eigenthümlichen Ver- ung des farbigen Lichtes auf der, keine geometrische Flä- ldenden, Retina abzuleiten, um so mehr, als für die, durch rengte Pupille in den sehr kleinen Raum um die Axe einfal- , Lichtstrahlen keine bedeutende Farbenzerstreuung statt- kann. Dafs dieser Raum sehr klein sey, ergiebt sich aus hr geringen Oeffnung in schwarzem Papiere, durch welche, man sie dicht vor das Auge hält, ein bedeutendes Gesichts- ersehen werden kann, und dafs bei so kleinen Räumen e Axe die Farbenzerstreuung fast ganz schwinde, ergiebt as der Farbenlosigkeit der Ränder vor Objecten, welche urch die Mitte der Lorgnetten oder Brillen betrachtet, in- ur beim Sehen durch die Ränder dieser letzteren die Far- streuung bemerkbar wird, noch genauer aber durch die MASKELYNE hierüber angestellten Berechnungen [1]. Auf e Weise insbesondere im chromatischen Auge die schein- Farbenlosigkeit des Bildes entstehe, hat MOLLWEIDE [2] innig entwickelt. Fallen nämlich von dem Gegenstande Fig. trahlen in das Auge, so bilden diese auf der Retina das 211. rte Bild ab. Nimmt man die von dem Puncte D ausge- n Strahlen allein, so werden diese in e und f in farbige t werden; wovon sich die violetten in i, die rothen in k, inen in d vereinigen [3]. Geht das Licht ungehindert durch nse, so werden von allen farbigen Strahlen einige die Re- welche eine mefsbare Dicke hat und keine geometrische bildet, treffen, mithin meistens Licht erzeugen, und an der Grenze könnte ein aus Blau und Roth gemisch-

---

G. XXX. 220. XVII. 328.

Phil. Tr. LXXIX. 258.

Obgleich durch Messungen nicht entschieden werden kann, wel- rahlen gerade in der Retina zum Bilde vereinigt werden, so doch aus andern Gründen sehr wahrscheinlich, dafs es die gel- nd, gerade da, wo in diesen die gröfste Intensität des Lichtes ht. Indem aber die schwächer leuchtenden Farben bei gröfserer ität des anderweitig vorhandenen Lichtes verschwinden, so er- ich hieraus leicht der scheinbare Achromatismus der Augen.

tes violettes Licht entstehen, eine schwache Farbe, welche
der übrigen Stärke des Lichtes nicht wahrgenommen wird
Wenn man aber das ins Auge fallende Licht begrenzt, z.
wenn man eine Fenstersprosse über ein nahe vor das Auge
haltenes Object betrachtet, so werden die Farben an den R
dern zum Vorschein kommen, und namentlich erscheint der
tere Rand roth, der obere aber blau, wenn man das einfall
Licht von oben abschneidet, und umgekehrt, wenn das unte
sichtige Object von unten vor das Auge bewegt wird. In
Fig. steren Falle nämlich schneidet das Object l m die oberen
212. und die nach unten fallenden blauen Strahlen ab, wenn
oben blofs die blauen und unten die rothen bleiben, und
Eindruck dieser Färbung der Ränder im Auge hervorbr
im entgegengesetzten Falle findet das Umgekehrte statt. D
haben die auf die angegebene Weise erzeugten Farben, w
schon Newton [2] kannte und aus der Berechnung des Lich
Auge ableitete, Nordhof [3] aber später als eine Polarisa
v. Goethe's Farbentheorie zu vereinigen suchte, aus de
gung des Lichtes erklären wollen [4]. Allein hiergegen
eben die Entstehung und die Verschiedenheit der Farbe a
den Rändern, und der Umstand, dafs im dünnen Lich
zwischen der Sprosse und dem dunkeln Objecte kein
entsteht [5]. Endlich beweiset auch Fraunhofer [6] durch
eben so entscheidenden als leichten Versuch, dafs das Au
achromatisch sey. Wenn man nämlich das Ocular eine
rohrs bei einfallendem rothen Lichte des Spectrums so st
der Mikrometerfaden genau gesehen wird, und man hie
blaues Licht einfallen, so verschwindet der Faden, un
nicht eher wieder sichtbar, als bis man das Ocular der
um mehr als das Doppelte der Längenabweichung we
Farbenzerstreuung der Oculariinse nähert. Hierin liegt
Beweis, dafs auch die Farbenzerstreuung des Auges
werden mufs, dieses also nicht achromatisch ist [7].

1 Vergl. Maskelyne a. a. O. p. 262.
2 Opt. I. pars II. prop. VIII. p. 119 ed. Clark.
3 Voigt Mag. VII. 52.
4 G. XVII. 385.
5 Mollweide bei G. XXX. 282.
6 G. LVI. 304.
7 Aehnliche Versuche von Young a. Phil. Tr. 1801. p. 3

Das Auge kann, vermöge seiner Construction als optisches
zeug ein vollkommen deutliches Bild auf der Netzhaut nur
erhalten, wenn der Gegenstand sich in einer bestimmten
mung vom Auge befindet; denn die Lehre von der Erzeu-
der Bilder hinter einer convexen Linse (und die Linse im
muſs wegen ihrer Form und starken Brechung hierbei doch
sweise berücksichtigt werden) ergiebt, daſs diese bei na-
bjecten mehr, bei entfernten weniger von der Fläche der
abstehen. Man nennt diejenige Entfernung der Objecte,
cher sie die deutlichsten Bilder geben, die *Weite des*
hen (oder vollkommenen) *Sehens* (*distantia visionis*
ctae), und giebt sie nach Huygens und Wolf [1] gemei-
zu 8 Par. Z. an. Indeſs ist sie nach dem Baue der Augen
eden, und wäre für ein gewöhnliches gesundes Auge
chtiger auf 10 Z. zu setzen. Sie wird übrigens sehr ver-
n angegeben, z. B. von La Hire [2] = 12 Z.; von Lyo-
= 6 Z.; von Büffon [4] = 8 bis 20 Z. Jurin setzt die
te Weite des deutlichen Sehens auf 5; 6; 7 engl. Zoll,
ste auf 14 F. 5 Z., welche letztere Gröſse von vielen mit
ür übertrieben gehalten wird; auch nimmt Porter-
hierfür nur 27 engl. Zoll an, obgleich man auch in
ıtfernung mitunter noch ziemlich deutlich sehen kann.
s *deutliche Sehen* nämlich im Allgemeinen hängt von
de der Helligkeit und der Receptivität des Auges für
ebene Lichtstärke, von der Farbe des Objectes und der
htigkeit des zwischenliegenden Mittels ab. Zugleich
ufmerksamkeit einen groſsen Einfluſs auf dasselbe, in-
n wahrscheinlich nach einer durch Uebung erlangten
t nicht alle Gegenstände, von denen Bilder in das Auge
eutlich sieht, sondern nur diejenigen, welche man fixirt,
so viel schärfer, je stärker sie fixirt werden, als an-

:menta mathes. univ. cet. Halae 1730 — 41. V Vol. 4. III.
r. 408.

:idens de la vue. Par. 1694.

rhandl. van de Holland. Maatschappy. III. 402.

t. de l'Ac. 1743. p. 233.

TH Opt. 483. Lambert Photometrie 490. Robins Math.
278.

dere, wenn diese ihnen auch sehr nahe oder in der nämlichen Richtung hinter ihnen liegen[1]. Vielleicht liegt die Ursache hiervon zum Theil in der nachher zu erklärenden Adjustirung des Auges für die bestimmte Entfernung, worin sich der Gegenstand befindet. Indefs kann sich das Object weiter vom Auge befinden, als die Weite des deutlichen Sehens ist, oder etwas näher rücken, ohne dafs das Sehen hierdurch aufhört, wie Adam durch folgenden Versuch anschaulich machte. Wenn man ein gedrucktes Blatt mit Buchstaben von drei bis vier verschiedenen Gröfsen in eine solche Entfernung stellt, dafs das Auge sämmtlich ohne Anstrengung deutlich erkennt, so kann man annehmen, dafs die Bilder von ihnen auf die Netzhaut fallen. Rückt man dann das Blatt dem Auge näher, so wird zuerst der kleine Druck undeutlich, später auch der grofse, weil bei kleinen Gegenständen die *Zerstreuungskreise*, worin sich die durch die Brechung im Auge zum Puncte vereinigten Lichtstrahlen hinter diesen Puncten ausbreiten, weit eher ein merkliches Verhältnifs zu der Gröfse der Gegenstände und zu ihren Bildern erhalten, als bei grofsen. Ein grofser Druck wird bei kleinen Zerstreuungskreisen zwar schlechter begrenzt, aber doch noch deutlich genug gesehen, wenn bei einem kleinen die Zerstreuungskreise der verschiedenen Buchstaben schon übereinander laufen. So wie die Zerstreuungskreise hinter dem Netzhautbilde liegen, so liegen sie auch vor demselben, daher bei gröfserer Näherung und Entfernung gröfsere Gegenstände noch sichtbar bleiben.

Bei der Bestimmung der *distantia visionis distincta* kommt noch Folgendes in Betrachtung. Das Licht, welches die Bilder im Auge erzeugt, fällt bei den Menschen und den Säugthieren aus der Luft in das Auge, und letzteres ist zweckmäfsig für diejenige Brechung eingerichtet, welche beim Uebergange des Lichtes aus dem einen Medium in das andere statt findet. Die Veränderung der Dichtigkeit der Luft kann hierbei von keiner Bedeutung seyn, selbst nicht auf hohen Bergen, wo hingegen die Kurzsichtigkeit vermehrt und die Weitsichtigkeit vermindert wird. Dasjenige Medium, in welchem eine

1 Vrgl. La Hire in Journ. de Savans 1685. p. 404.

2 S. dessen unten angegebenes Werk, welches allemal gemeint ist, wenn schlechthin dieser Schriftsteller genannt wird.

re sehen, und rücksichtlich dessen die Frage mehrfach ver-
elt ist, ob in demselben auch die Menschen sehen könn-
ist das Wasser. Ein Hindernifs, weſswegen die Menschen
im Wasser die Augen öffnen, und daher auch nicht zu
versuchen, liegt darin, dafs das kalte Wasser auf die
nctiva und die Thränendrüse [1] einen empfindlichen Ein-
macht, welches ein Verschliefsen der Augenlieder be-
. Soll aber die Frage genau erörtert werden, so ist dabei
ndes zu berücksichtigen. Das Licht kann allerdings unge-
rt aus dem Wasser in das Auge kommen, und in sofern
also die Empfindung der Helligkeit; und wenn von einem
amten, stark erleuchteten Objecte Licht von hervorste-
ler Stärke in das Auge reflectirt wird, die Vorstellung von
Vorhandenseyn eines gewissen Gegenstandes und von dem
wo dieser sich befindet, erzeugt werden. Dafs aber kein
ommenes Bild auf der Retina entstehen, und somit also kein
liches Sehen statt finden könne, hat schon DE LA HIRE [2]
ptet und durch Versuche mit Katzen bestätigt, bei denen
merkte, dafs sich die Pupille ihrer Augen, wenn der Kopf
ben unter Wasser gehalten wurde, bedeutend erweiterte,
es er richtig als ein Zeichen des Bestrebens, ein deutliches
u erhalten, ansah. Weil indefs die Frage, ob der Mensch
Wasser wirklich sehen könne oder nicht, an sich nicht
htig ist, dadurch aber noch interessanter wurde, dafs die
vortungen derselben durch die unverdächtigsten Zeugen auf
Wege der Erfahrung mit einander geradezu im Wider-
e standen, so schien es mir der Mühe werth, sie theo-
genau zu untersuchen [3], da alle hierzu erforderlichen
chen vollständig vorhanden sind. Es ist nämlich oben
ben, dafs die aus Luft in die Cornea und wäfsrige Feuch-
des Auges fallenden Lichtstrahlen durch den Einfluſs der
ng dieser beiden sich in einer Entfernung von 1¼ engl. Z.
m Brennpuncte vereinigen, und dann durch die Krystall-
nd die gläserne Feuchtigkeit abermals gebrochen, auf der
zum Bilde vereinigt werden. Weil aber das Wasser eine
brechende Flüssigkeit ist, als die Luft, folglich die aus

S. *Auge.*

Mém. de l'Acad. 1709. p. 95. Vrgl. G. XXXIV. 84.

G. LXXVIII. 257.

demselben auf das Auge fallenden Lichtstrahlen weniger durch die wässerige Flüssigkeit des Auges gebrochen werden, als wenn sie aus der Luft einfallen, so kann jene Brechung nicht statt finden, und die Lichtstrahlen können daher nicht in einem, der Netzhaut treffenden Puncte vereinigt werden, folglich auch kein Bild erzeugen. Genauer genommen ist [1] das Brechungsverhältnifs des Lichtes aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit des Auges $= n : 1 = 1{,}337$; das Brechungsverhältnifs aus Wasser in die wäfsrige Feuchtigkeit des Auges $= w : 1 = 1{,}\ldots$ Setzt man also den Halbmesser der Cornea $= \varrho = 3''' .5$; den Abstand des gesehenen Objectes $= d = 10$ Z., alles in Fufs-Mafs; und sucht dann die Brennweite des Bildes in der Linse $= f$, so findet man

$$f = \frac{n\,d\,\varrho}{(n-1)\,d-\varrho} = 16''',3982$$

Wird in dieser Formel statt n die Gröfse w substituirt, so findet man

$$f' = \frac{w\,d\,\varrho}{(w-1)\,d-\varrho} = -\,123''',043$$

das heifst, die aus einer Entfernung von 10 Z. kommenden Lichtstrahlen werden durch den Einfluss der Brechung gar nicht zum Brennpuncte vereinigt, sondern würden diese erst aus einer Entfernung von 10 Zoll zum Brennpuncte vereinigt werden, wenn sie aus einem Abstande von 10 Zoll 3 Lin. … fielen. Es ist somit vollkommen klar, dafs Gegenstände unter Wasser kein eigentliches Bild im Auge erzeugen können, weil diese Brechung der Lichtstrahlen durch die wäfsrige Feuchtigkeit des Auges fast gänzlich wegfällt, und dafs somit ein eigentliches Sehen unter Wasser ganz unmöglich ist. Es … ner eben der Abstand des Brennpunctes der Krystallinse … ihrer hinteren Fläche $= z = 8{,}707$ Par. Lin. gefunden … man diesen auf gleiche Weise für den Fall, dafs die Lichtstrahlen aus dem Wasser in das Auge fallen, indem man den gefundenen Werth für f' statt des dortigen für f erhaltenen substituirt, so findet man ihn $= 27{,}54$ Par. Lin., also um … 1,5 Z. hinter die Retina fallend, woraus abermals …

---

1 Nach den im Art. *Auge* mitgetheilten Bestimmungen … meine oben angeführte Abhandlung.

hkeit eines eigentlichen Sehens unter Wasser hervor-
Ferner folgt aus der oben gegebenen Darstellung der
amkeit des Auges, dafs die Wirkung der wäfsrigen
tigkeit desselben einer Linse gleicht, deren Brennweite
",3982 beträgt. Wenn man aber annimmt, dafs diese
ng für Lichtstrahlen fast gänzlich wegfällt, welche aus
Wasser ins Auge gelangen, so ist klar, dafs dieselbe
eine convexe Linse ersetzt werden müfste, um das Auge
ehen unter Wasser geschickt zu machen. Wird aber die
ung einer solchen Linse für den Fall gesucht, dafs sie unter
r wirklich gebraucht werden sollte, so sey für eine biconvexe
gemeinschaftliche Halbmesser der Krümmung = r
brechende Kraft des Glases . . . = m = 1,55
— — — Wassers . . . = n = 1,337
Entfernung des Objectes . . . . = d = 10 Z.
lie Brennweite derselben

$$f = \frac{ndr}{2(m-1)d-nr}$$

lem hierin n bekannt ist, so findet man

$$= \frac{2(m-n)fd}{n(f+d)} = \frac{838{,}276}{182{,}3644} = 4{,}6 \text{ Lin.}$$

bupe von dieser Krümmung würde also für das normale
in eigentliches Sehen unter Wasser möglich machen.
ergiebt sich dann endlich von selbst, dafs sehr kurz-
Personen unter Wasser leichter sehen, als weitsichtige,
's ein Kurzsichtiger, welcher zum gewöhnlichen Sehen
iconcaven Linse von dem eben angegebenen gemein-
hen Halbmesser der Krümmung bedürfte, oder dessen
des deutlichen Sehens nicht mehr als 1 Z. 2,4268 Lin.
, unter Wasser vollkommen gut sehen würde.
t diesem Resultate der Theorie stimmt die Erfahrung sehr
berein, dafs man alsdann schlecht oder gar nicht sieht,
ch vor dem Auge eine unverhältnifsmäfsig grofse Menge
nfeuchtigkeit angesammelt hat. Um so viel auffallender
seyn, dafs die Aussagen geübter Schwimmer über diese
) verschieden ausgefallen sind, indem einige die Mög-
des Sehens unter Wasser überhaupt leugneten[1] andere

---

[1] Nicholson Ann. of Phil. 1806. Aug. G. XXXIV. 34; 36; 42 und
. von Gilbert. Die Aussage der Hallorer ebend. S. 59.

schnell auf entfernte gerichtet wird, eine geringe Zeit zum deu lichen Sehen bedarf. Auch dieses leitet indefs Treviran von einer beim Sehen unvermeidlichen Congestion der Sä nach dem Auge und vorzüglich der Iris ab, wodurch die Ver derung der Pupille erschwert werden soll. Dieser Einwurf st sich auf die Annahme, dafs es weiter keiner Modificirung d Auges zum Fern- und Nahesehen bedürfe, als einer Verä rung der Pupille. Dafs aber eine eigentliche Adjüstirung d Auges erfordert werde, geht daraus evident hervor, dafs m allgemeiner Erfahrung hohle oder erhabene Linsen den Ma der Fähigkeit dieser Veränderung beim Auge ersetzen, al Kurzsichtige entfernte, Weitsichtige aber nahe Gegenstände der nämlichen Undeutlichkeit sehen, als ein unrichtig ad Fernrohr sie zeigt. Die hierzu erforderliche Veränderu Auges mufs also darin bestehen, dafs entweder die Krys bei entfernteren Gegenständen der Retina näher rückt, bei nä ren dagegen sich weiter davon entfernt, indem die Net selbst unbeweglich ist, oder die Krystalllinse mufs ihre F ändern, und zwar flacher werden beim Anblick entfern Gegenstände, convexer bei nahen; oder endlich die Form des ges mufs sich ändern, und zwar in der Art, dafs es bei nä ten Gegenständen flacher wird, um die zu grofse Nähe d des hinter der Linse zu compensiren, bei nahen dagegen vexer oder länger. Dafs irgend eine dieser Veränderung finde, ist nicht zu bezweifeln, indem dieses vielmehr sch der fühlbaren Anstrengung des Auges beim Sehen sehr oder sehr entfernter Gegenstände hervorgeht, welche auf Fall statt finden könnte, wenn das Auge hierbei auf Weise blofs leidend wäre, als beim Sehen derjenigen G stände, welche sich in der *distantia visionis distin* befinden, und ohne Ermüdung anhaltend gesehen werden

Welche von den angegebenen Veränderungen des A zur Hervorbringung des gesuchten Effectes indefs nöthig möge, ist schwer zu entscheiden. Kepler[2] glaubte, dafs Sehen naher Gegenstände der Strahlenkörper durch seine Z menziehung die gläserne Feuchtigkeit drücke, welche d

1 Biol. VI. 505.
2 Dioptr. prop. 64.

alllinse vorwärts treibe, und so das Auge verlängere. Diese
ung hat auch PORTERFIELD [1] vertheidigt, indem er angab,
trahlenkörper sey im natürlichen Zustande schlaff, und das
kürzer, könne daher entfernte Gegenstände ohne Anstren-
sehen, bei nahen aber finde die ermüdende Anstrengung
erlängerung des Auges statt. Auch ZINN [2] pflichtet im
n dieser Meinung bei, dafs der Strahlenkörper die Lage
nse ändere; jedoch geschähe dieses nicht durch muskulöse
, sondern durch den Zufluſs mehrerer Säfte in die Gefäſse
ben, wodurch er anschwelle, die gläserne Feuchtigkeit
und die Krystalllinse vordrücke. SCHEINER und CARTE-
nahmen an, durch die Zusammenziehung des Strahlen-
s werde die Krystalllinse selbst convexer. JURIN [4] meint,
ferntere Gegenstände zögen sich die Strahlenfasern zu-
n, und brächten die vordere Seite der Kapsel der Kry-
se etwas vorwärts, dadurch flieſse das Wasser in der Kap-
i der Mitte nach dem erhobenen Theile hin, die wässe-
uchtigkeit aber von dem erhobenen Theile der Kapsel
er Mitte, und die Vorderfläche der Linse werde weniger
. Für nähere Gegenstände wirke ein Muskelring an
, der die Hornhaut erhabener mache. PEMBERTON da-
glaubte [5], die Krystalllinse habe selbst muskulöse Fibern,
ihre Krümmung den Entfernungen gemäfs veränderten.
liese Meinung hegen HUNTER [6] und YOUNG, welcher
gegen KEPLER's Ansicht schon früher einwandte, dafs
ahlenfasern keine Muskeln enthielten [7] und daher viel-
i der faserigen Structur der Linse selbst das Mittel zur
erung ihrer Convexität zu suchen sey [8]. Auch WELLS [9]
veränderliche Form der Linse für die einzige Ursache

'reatise on the eye. Edinb. 1759. II Vol. 8.
rogr. de ligamentis ciliar. Gott.
ioptr. cap. 8.
mith's Opt. p. 497.
e facultate oculi qua ad diversas rerum dist. se accomodat
19. in Halleri Disp. Anat. IV. 131.
hil. Trans. 1794. p. 21.
bend. 1793. p. 169.
bend. LXXXIII. p. 169. 1801. n. 2. p. 71.
bend. 1811. II. G. XLIII. 129 u. 141.

dieser Einrichtung des Auges, welche durch Muskeln hervorgebracht werde. Albinus, dessen Meinung Musschenbroek annimmt, sucht die Ursache in der *corona ciliari*, welche beim Sehen naher Gegenstände erschlaffe, weswegen die von den Häuten gepreſste gläserne Feuchtigkeit die Krystallinse drücke, und von der Netzhaut entferne, wodurch auch die Linse selbst flacher werde. Daſs nach Camper der Petit'sche Canal die Form der Linse ändern soll, und nach Sauvages die Anschwellen dieses Canals durch Elektricität bewirkt werde, ist zu weit von der Sache, als daſs es einer weiteren Erörterung bedürfte. Ueberhaupt hat schon Porterfield[1] gezeigt, daſs die Structur der Linse und die Abwesenheit aller Muskeln in der Iris der Hypothese von einer Veränderung ihrer Form als unüberwindliche Hindernisse entgegen stehen. Der heftigste Gegner Young's hinsichtlich der von diesem vertheidigten Hypothese war indeſs Hosack[3]. Er setzt ihm entgegen, daſs die Linse völlig durchsichtig sey, durch einen muskulösen Bau das Licht ungleich brechen müsse. Aufserdem komme man mit der angenommenen Zahl dieser Muskeln in Verlegenheit. Wenn Young ihrer sechs zwischen jede Lamelle setze, und Leeuwenhoek 2000 der letzteren gefunden haben wolle, so gebe dieses die ungeheuere Menge von 12000. Die feinsten Untersuchungen wollten ihm aber nichts von einer muskulösen Structur der Linse zeigen, und da Patienten auch nach der Operation ohne Linse in ungleiche Entfernungen sehen können, sey die ganze Hypothese Young's zu verwerfen. Dieser läſst daſs das letztere Argument nicht gelten lassen, indem Porterfield behauptet, nach der Operation könne sich das Auge den verschiedenen Weiten nicht mehr anpassen.

Von diesen, im Wesentlichen einander ähnlichen Meinungen verschieden ist Molinet's Theorie, wonach die strahlenden Augenmuskeln bei entfernten Gegenständen die Sclerotica zusammenziehen, und dadurch des Auge verkürzen. Bohn und Boerhave meinten dagegen, sie zögen die Sclerotica von der Cornea zurück, und verlängerten hierdurch

1 Introd. II. 1884.
2 On the eye. I. 442.
3 Phil. Trans. LXXXIV. II. 196.

ir nahe liegende Objecte. Hosack hat diese Meinung
nügende Sachkenntnifs vertheidigt, und Autenrieth [1]
beigetreten, indem er aufser den geraden Muskeln auch
efen hierbei thätig seyn läfst. Später hat Olbers [2] sie
tz genommen, und Ev. Home [3] sie sehr in Ansehen ge-
indem er sie durch mehrere Versuche unterstützte, in
er in Verbindung mit Engelfield und Ramsden ver-
eines Mikrometers die vermehrte Convexität der Cornea
nblick entfernter Gegenstände gemessen haben will. Mit
cht aber Treviranus die Möglichkeit solcher Versuche
Gültigkeit der daraus erhaltenen Resultate in Zweifel.
hen hat Home seine Hypothese auch später vorzüglich
ouro [4] vertheidigt, und diesem entgegengesetzt, dafs
n ohne die Krystalllinse nahe und entfernte Gegenstände
nnen, weswegen sehen die hierzu erforderliche Verände-
Auges in diesem Theile nicht zu suchen sey. Die meisten
n verliefsen daher jene Meinung, obgleich Beispiele des
en Sehens naher und entfernter Gegenstände ohne Linse
e grofsen Seltenheiten gehören. Aufser dem Beispiele
, welches Home zur Vertheidigung seiner Meinung ge-
ro erzählt, findet man die Sache auch durch v. Haller [5]
der und eigener Erfahrung erwähnt. Gegen die Hypo-
lefs, dafs die Veränderung des Auges durch die gera-
keln bewirkt werden sollen, hat schon v. Haller [6] er-
dafs die Sklerotica zu hart sey, um dem Drucke der
nachzugeben. Auf allen Fall findet man bei einigen
eine so harte Sklerotica, dafs auch noch stärkere Mus-
n Zusammendrücken derselben bewirken könnten. Vor-
ber erinnert Treviranus [7] dagegen, dafs die geraden

---

ndb. der empir. menschl. Physiol. III. 150.

e Ocul. mut. int. Dieser zeigt durch Rechnung, dafs der
er der Krümmung der Cornea sich nur zwischen 0,333 und
l. Dec. Z. zu ändern nöthig hat, um das Sehen aus Entfer-
on 4 Z. bis in unendliche Ferne möglich zu machen.

hil. Trans. 1795. 1 ff. 1796. 1 ff.

bend. 1802. 1 ff.

em. Phys. V. lib. XVI. §. 25. p. 514.

bend. V. 516.

ol. VI. 526. Auch J. Mile in Magendie Journ. de Phys. VI.
irft die Adjüstirung der Augen durch die Muskeln, weil diese

Augenmuskeln den Augapfel nur nach vorn umfassen, und da
keine gleichförmige Pressung hervorbringen können. Ob
ferner der Druck so stark seyn könne, um die Hornhaut
dehnen, zieht er mit Recht in Zweifel, und wäre ein
wirklich vorhanden, so würde dadurch die Netzhaut in
gelegt, der Sehnerv und die übrigen Nerven gegen den
der Augenhöhle gedrängt, und hierdurch das Sehen gestört
den. Endlich aber müſste das Auge einen Widerhalt haben,
die Muskeln müſsten dasselbe durch ihre eigene Starrheit
sammendrücken, welches Erstere nicht statt findet,
aber damit im Widerspruche steht, daſs beim Erstarren
Muskeln nach dem Tode die Cornea dennoch einsinkt.
aber entscheidet sehr dagegen, daſs die Augen zuweilen
Apoplexieen ihre Beweglichkeit beibehalten, aber ihr
sich für nahe Gegenstände zu adjüstiren, einbüſsen,
selbst beobachtet hat [1], deſsgleichen die Resultate der
welche Wells [2] und Cutting mit Belladonna-Extract
ten, deren Wirkung die Augenmuskeln nicht afficirte,
aber das Auge weitsichtig machte, so wie endlich die
Genauigkeit gemachten Messungen Young's [3],
deutlich folgt, daſs weder die Convexität der Cornea,
Axe des Auges bei ungleicher Entfernung der
genstände verändert wird. Ein sehr nahe liegendes
scheint man weniger beachtet zu haben, nämlich daſs
gen durch anhaltendes Sehen in gleich groſser Entfernung
die Beweglichkeit der Muskeln, aber nicht das Vermögen
für andere Entfernungen einzurichten, beibehalten,
mentlich bei fleiſsigen Gelehrten und Geschäftsmännern
selten vorkommende Erscheinung.

Eine dritte, vielseitig unterstützte Meinung ist,

überall nicht drücken, sondern bloſs ziehen können. Daſs
nach seiner Meinung die erforderliche Einrichtung des Auges
Pupille abhängen, diese aber durch Diffraction verschiedene
zeugen und zugleich die Krümmung der Cornea ändern soll,
mir auf gleiche Weise undeutlich und unzulässig.

1 The London medical Repertory 1816 Vol. V. Journ. of
and of the Arts. I. 86.

2 Ebend.

3 Phil. Tr. 1801. p. 60. ff.

eiterung und Verengerung der Pupille das Sehen in ungleiEntfernung bedinge. Diese hat schon La Hire [1] aufge-, indem er annahm, die Pupille verengere sich bei Betrachnaher Gegenstände, wie auch Scheiner [2] beobachtet hawill. Nachdem man diese Hypothese lange nicht mehr htet hatte, wurde sie aufs Neue vertheidigt durch Le Roi [3] v. Haller [4]. Letzterer sagt, die Strahlenfasern seyen zu ach und nicht muskulös, hingen auch nicht an der Linse, bei dem grofsen Umfange der Grenzen des Sehens mancher n müfsten die Wirkungen weit beträchtlicher seyn, als Beng und Veränderung der Linse hervorzubringen vermöchten. rhaupt sey im Auge keine Bewegung vorhanden, aufser der iterung und Verengerung der Pupille, Jurin's Muskelring in Unding, die Kraft der äufsern Muskeln zu grob für so Veränderungen, auch gäbe die äufsere Haut ihrem Drucke nach. Dagegen sey die Verengerung der Pupille völlig ichend, die Erscheinung zu erklären, indem auch im verten Zimmern die Bilder naher Gegenstände deutlicher n, wenn man die Oeffnung verkleinere. Mehrere neuere logen, z. B. Wells [5], Ware [6], Dunglison [7], sind ger dieser Meinung, oder finden mindestens einen Zusamng zwischen Fernsehen und Erweiterung der Pupille, weil Wirkungen (jedoch nicht allgemein) durch Belladonnat hervorgebracht werden.

Wenn indefs die Behauptung auch richtig ist, dafs die Puich bei Betrachtung naher Gegenstände mehr zusammenwie nach den von Olbers [8] angestellten Beobachtungen bezweifelt werden kann, so läfst sich dieses leicht daraus n, dafs von nahen Gegenständen mehr Licht in das Auge

---

Mém. de l'Ac. de Par. IX. 351. ff. Acc. de la vue §. II.
Oculus p. 31.
Mém. de Par. 1756. p. 594.
Elem. Phys. V. 516.
Phil. Trans. 1811 p. 378.
G. LIII. 260.
Annals of philos. 1817. Dec. p. 432.
De oculi mut. int. p. 11. Bei einer Veränderung der Gesichtson 4 zu 28 Z. veränderte sich die Oeffnung der Pupille bei Verhältnifs von 100: 186.

fällt, als von fernen, und dieses bedingt der allgemeinen Erfahrung gemäfs die gröfsere oder geringere Weite der Pupille. Uebrigens ist nicht füglich abzusehen, wie aus dieser Bedingung der angegebene Effect nach optischen Regeln folgen kann. Kurzsichtige pflegen im Gegentheil die Augenlieder mehr zusammenzuziehen (das sogenannte Blinzeln), wenn sie ferne Gegenstände sehen wollen, allein dieses geschieht, um den Lichtreiz des wenigen Lichtes zu verstärken, und dadurch besser zu sehen. Man sieht ferner im Mondenschein und beim Tageslichte, kurz bei sehr verschiedener Lichtstärke nahe und ferne Gegenstände mit sehr ungleicher Weite der Pupille, und wenn man erst einen nahen, im Dunkeln liegenden Gegenstand betrachtet, und dann einen entfernten sehr hellen, so wird die Pupille im ersten Falle oft doppelt so weit als im letzteren sein, abgesehen von denjenigen Beispielen, wonach Personen mit unbeweglicher Pupille in ungleiche Entfernungen deutlich gesehen haben sollen [1]. Am wahrscheinlichsten bleibt daher noch die Meinung derjenigen, welche annehmen, dafs die Lage der Linse durch die Wirkung der inneren Theile im Auge namentlich der Ciliarfortsätze, verändert werde, indem diese durch ihre Turgescenz die Linse etwas vordrücken [2]. Hierfür spricht der Petitsche Canal, durch welchen eine Bewegung der Linse [illegible] wird, desgleichen die mit dem Sehen naher und ferner Gegenstände verbundene Erweitererung und Verengerung der Pupille, welche wahrscheinlich mit einer Veränderung des Strahlenkegels in Verbindung steht, und der bei manchen Thieren muthlich für diesen Zweck mehr entwickelte Fontana'sche [illegible]. Wenn Treviranus [4] eine solche Bewegung der Linse [illegible]

---

1 K. Svensk. Wetensk. Handl. 1759. T. I. Journ. de [illegible] 1762. Mars.

2 Vrgl. Pemberton de facultate oculorum ad diversas rerum spect. distantias se accommodandi. L. B. 1719. Reil, resp. [illegible] de oculi mutat. internis. Halae. 1797. 8. Olbers de oculi mutat. internis. Gott. 1783. 4. J. Ware Observations relative to the sense of distant sight of different Persons. Phil. Trans. 1813. 131.

3 Rudolphi Phys. II. 214.

4 Biologie VI. 521, wo man den Gegenstand ausführlich mit Nachweisung der Literatur erörtert findet. Einige zu wenig begründete Hypothesen, z. B. von Gaul diss. de Visu. Gott. 1758, [illegible] Valle's in Journ. de Physiol. expér. par Magendie 1821. Avril p. [illegible]

Zartheit aller umgebenden Theile in Zweifel zieht, so kann
i entgegnen, dafs die zarte Iris sich gleichfalls mit Leichtig-
bewegt, und dafs es bei dem geringen Abstande der Linse
der Retina nur einer unmerklichen Näherung derselben
irf, um für die entferntesten Gegenstände eingerichtet zu
. Selbst dafs die Augen so leicht diese Fähigkeit verlieren,
sich als Argument dafür anführen.

Vor Kurzem hat J. Brewster [1] die vorliegende Frage zu
tworten gesucht, zu diesem Ende sinnreiche Versuche an-
llt, und vereinigt, nach dem Ergebnisse derselben, die
en zuletzt mitgetheilten Meinungen. Er fand nämlich, dafs
ine auf ein Blatt Papier geschriebene Worte, welche er
Auge in verschiedenen, die Grenzen des deutlichen Sehens
eiden Seiten übersteigenden Abständen näherte, bei zu ge-
r Entfernung undeutlich wurden oder ganz verschwanden,
sie, obgleich hinlänglich, doch weniger erleuchtet waren,
wieder sichtbar wurden, wenn er directe Lichtstrahlen von
Kerze ins Auge fallen liefs, um dadurch eine stärkere Zu-
enziehung der Pupille zu veranlassen. Wurden die Worte
en durch zu grofse Entfernung undeutlich, so machte er
durch deutlicher sichtbar, dafs er den Eindruck des stär-

---

ichen in Traité de la Science du Dessin cet. par L. L. Valle'e.
821. 4. p. 266 und 394 können hier nicht erwähnt werden. Letz-
neint, die Lichtstrahlen würden in der gläsernen Feuchtigkeit
rochen, dafs sie eine gegen die Axe convexe Curve bildeten,
vor der Retina mit der Axe tangirend zusammenfiele, so dafs
ar keine Einrichtung des Auges für verschiedene Entfernungen
wäre. Diese Hypothese ist indefs blofs aus der Luft gegrif-
nd streitet ganz gegen die Beschaffenheit der gläsernen Feuch-
und ihre lichtbrechende Eigenschaft. Simonow endlich in Ma-
Journ. de physiol. V. 260 will aus den Gesetzen der Lichtbre-
im Auge berechnet haben, dafs die Entfernung der Objecte bei
zeugung der Bilder auf der Retina keinen Unterschied mache
ge = 0,25 Meter oder unendlich seyn, und dafs sonach gar keine
rung des Auges erfordert werde. Da diese Behauptung aber ge-
le bisher mitgetheilte Thatsachen streitet, so begreife ich nicht,
n sie überhaupt aufstellen kann. Dennoch aber verwirft Ma-
gestützt auf die Autorität Simonow's, die Adjüstirung der Au-
ichfalls. S. dessen Précis élément. de Physiol. 2me ed. Par.
. 73.

[1] Edinb. Journ. of Science. Nr. I. p. 77.

keren Lichtes vom Auge entfernte, um eine Erweiterung der Pupille zu bewirken. Zum Beweise, dafs die der Pupille bedingt werde, beruft er sich aufserdem auf die interessante Erfahrung über den Effect der Belladonna, welche mit der Erweiterung der Pupille zugleich Weitsichtigkeit erzeugt, desgleichen dafs Kurzsichtige in der Dunkelheit der Nacht bei übrigens hellem Himmel die Abstände der einzelnen Sterne an Sternbilde der Pleiaden und auch die Umrisse entfernter Berge unterscheiden können. Auf alles dieses gründet er dann den Schlu 1. dafs die Verengerung der Pupille, welche das deutliche Sehen naher Gegenstände begleitet, das deutliche Sehen derselben nicht durch die Verkleinerung der Oeffnung unmittelbar, sondern durch eine andere gleichzeitige Wirkung möglich mache; 2. dafs es zwei Mittel der Adjüstirung der Augen giebt, ein willkürliches und ein automatisches; 3. dafs in den Fällen, wo die willkürliche Adjüstirung nicht ausbricht, eine automatische durch den Einfluſs des stärkeren oder schwächeren Lichtes den Mangel ersetzen kann. Hiernach würde also die Einrichtung des Auges zum deutlichen Sehen naher und ferner Gegenstände durch Zusammenziehung und Ausdehnung der Pupille, die nur mittelbar bewirkt, und dieses könnte dann auf keine andere Weise geschehen, als dadurch, dafs durch die Erweiterung der Pupille die Linse der Retina näher gerückt, durch Verengerung aber gegen weiter von derselben entfernt würde. Indem aber Letzteres auf die bereits angegebene Weise für die so sehr geringen Entfernungen, wie sie erforderlich sind, leicht bewerkstelligt werden kann, so scheint diese Hypothese zur Beantwortung der lange streitigen Frage völlig genügend.

Form und Beschaffenheit der Augen finden wir den Medien angepafst, worin die Thiere der höheren Classen zu sehen bestimmt sind. Nehmen wir die Beschaffenheit der Augen der Säugethiere als in der Mitte liegend, so sind die Augen der Fische vorn abgeplattet, hinten kugelförmig vorspringend, haben wenig wässerige Feuchtigkeit, eine grofse mehr kugelförmige Krystalllinse und einen grofsen Glaskörper, weil sie dem, das Licht stärker als die Luft brechenden Medio sind. Die Vögel dagegen, welche in der verdünnten Luft sehen, haben viele wässerige Feuchtigkeit, eine flache Krystalllinse, kleinen Glaskörper und das Auge hinten abgeplattet.

Das menschliche Auge unterliegt mehreren Fehlern, welche

mit Ausschluss der eigentlichen Augenkrankheiten mit dem
ien *Gesichtsfehler* zu bezeichnen pflegt. Nach G. Cullen [1]
t es deren drei Hauptarten, die *Verdunkelung (caligo)*
u auch der schwarze Staar *(amaurosis)* gezählt werden
, die *Gesichtsschwächen (dysopia)* und das *Falschsehen*
udoblepsis).

1. Unter die bedeutendsten Fehler der Augen gehören die
hiedenen Arten der Verdunkelung. Am gemeinsten ist eine
n angeborne und erbliche, meistens erst in späteren Jahren
lig entstehende, stets zunehmende Trübung der Krystall-
und ihrer Häute, der *graue Staar* genannt, *(cataracta,*
go lentis, gutta opaca) welcher durch Herausziehen
linse, oder durch Niederdrücken derselben, oder durch
ückelung geheilt wird [2]. In den beiden letzteren Fällen lö-
e sich im ersteren in der gläsernen, im letzteren in der
rigen Feuchtigkeit auf. Bis dieselbe sich wiedererzeugt,
zum Ersatz die sogenannte *Staarbrille* gebraucht werden,
e so viel convexer seyn muss, je weitsichtiger die Patienten
r waren, und bei sehr Kurzsichtigen ganz entbehrt werden

Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit, und daraus
hende Blindheit heisst der *grüne Staar (glaucoma)*
anders diese Krankheit auf die hier angegebene Weise richtig
hnet wird [3]. Am gefährlichsten und in der Regel unheil-
t der *schwarze Staar (amaurosis, gutta serena),*
er bei anscheinend völliger Klarheit des Auges sich vor-
h durch starke Erweiterung und Unbeweglichkeit der Pu-
zeigt, und von einer Lähmung des Nerven oder Un-
ndlichkeit der Retina herrührt, zuweilen aber auch aus einer

Synopsis nosologiae method. ed. quarta. cur. J. P. Frank. Ti
'87. 8. deutsch: Kurzer Inbegriff d. medic. Nosologie. Leips. 1786.
99. Ob diese Eintheilung in der Sache selbst völlig begründet,
gisch strenge richtig sey oder nicht, darüber getraue ich mir
estimmt zu entscheiden, indefs erleichtert sie die Uebersicht,
nügt daher für meinen Zweck.

Weitläuftig handelt über den grauen Staar und dessen Heilung
n d. Krankheiten des menschl. Auges, ein Handbuch für ange-
Aerzte. 2te Aufl. Berl. 1822. S. 150.

Weller a. a. O. S. 201.

Anhäufung und Stockung der Säfte im Kopfe, aus allgemeiner Schwäche, Krampf oder durch Gifte entstehen kann, welche von Innen oder von Aufsen im Körper verbreitet sind. Sonst ist auch die Verdunkelung des Auges eine natürliche Folge von Flecken und dicken Häuten auf der Cornea, vom Mangel der wässerigen Feuchtigkeit, und von der Verwachsung des Sterns in welchem Falle durch eine künstliche Pupille Heilung herbeigeführt werden kann.

2. Die gemeinsten Fehler, welche unter die Classe der *Gesichtsschwächen* (*dysopia*) gerechnet werden können, sind Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit [1].

Derjenige Fehler, welcher selten angeboren ist, desto häufiger aber das alternde Auge trifft, ist die *Weitsichtigkeit*, und die hiermit Behafteten heifsen eben deswegen *Presbyten* (*presbytae*; πρεσβύται; *presbyopes*). Blofs in denjenigen Fällen, wenn Kinder frühe der Vergröfserung wegen bei Verfertigung feiner Arbeiten, z. B. der Spitzen, durch convexe Linsen sehen, wird auch das jugendliche Auge weitsichtig, auch werden Schiffer und Landleute, welche viel in die Ferne sehen, nach Adams leicht weitsichtig und gebrauchen stark vergröfsernde Gläser. Ein weitsichtiges Auge ist dasjenige, welches zum deutlichen Sehen eine gröfsere Entfernung bedarf, als die gewöhnliche des sogenannten deutlichen Sehens, wobei es von selbst einleuchtet, dafs diese von einem Fufse bis zu zwei und drei und mehrere zunimmt. Von diesem Fehler des Auges überzeugt man sich dadurch, dafs die in gewöhnlicher Entfernung befindlichen Gegenstände, am meisten mäfsig grofse Schrift undeutlich und mitunter doppelt erscheint, dafs grofse Schrift in weiterer Entfernung leichter gelesen wird, dafs das Auge in der Nähe zu sehen, vieles Licht bedarf, entfernte Gegenstände aber leicht erkennt, und dafs ein deutliches Erkennen naher Gegenstände nur mit Mühe und durch besondere Anstrengung des Auges bei vielem Lichte möglich ist. Bei zunehmender Weitsichtigkeit wird daher über Undeutlichkeit des Gesehenen, Verdoppelung der Bilder und Schwäche der Augen, die auch pflegen dann die daran Leidenden, wenn sie beim Lesen

1 Richters Anfangsgründe der Chirurgie. III. 489. Wells in Phil. Trans. 1813. 1 ff.

te sehen wollen, dieses zwischen das Object und das Auge
ılten, um für letzteres einen stärkern Lichtreiz zu erhalten,
ches Mittel indefs dem Auge nachtheilig ist.

In vielen Fällen macht das Alter indefs nicht eigentlich weit-
tig, sondern es tritt vielmehr Schwäche des Sehvermögens
es entsteht *Amblyopie*, welche mit Fernsichtigkeit ver-
hselt wird, weil solche Personen die Mangelhaftigkeit ihres
chtes bei nahen und kleinen Objecten zuerst empfinden. Ei-
liche Weitsichtigkeit nimmt übrigens mit dem Alter zu, ob-
:h es Personen giebt, welche lange convexe Brillen gebraucht
n, und sie dann mit einemmale entbehren können, wel-
ohne Zweifel Folge einer Vermehrung der wässerigen Feuch-
:it ist [1].

Die physische Ursache der Weitsichtigkeit liegt in der ge-
n Erhabenheit der Cornea und der nicht genügenden Con-
tät der Linse, weswegen zwar der Brennpunct derjenigen
tstrahlen, welche von entfernten Gegenständen kommen,
letzhaut trifft, derjenigen aber, welchen nahe Objecte erzeu-
hinter dieselbe fällt. Unter die seltenen Erscheinungen
rt endlich eine solche Beschaffenheit der Augen, dafs we-
ıahe noch ferne Gegenstände ohne convexe Gläser deutlich
ıen werden können, wie nach den Operationen des grauen
es. Indefs hat Janin [2] diesen Fehler beobachtet, dessen
:he er einer zu grofsen Flachheit der Linse zuschreibt.

Der entgegengesetzte Fehler ist die *Kurzsichtigkeit*, wenn
ıuge nur von nahen Gegenständen ein scharfes Bild erhält.
Abnormität des Auges ist unter den niedern Volksclassen
rst selten [3], unter den höheren Ständen dagegen zuweilen
)oren und sogar erblich, wird aber bei weitem am häufig-
durch anhaltendes Sehen naher und kleiner Gegenstände,
ı vieles Sehen in die Flamme eines Lichtes oder Feuers,
zu stark erleuchtete Gegenstände [4], hauptsächlich aber

Rudolphi Phys. II. 215.

Mém. et Observations sur l'oeil. Par. 1772. 8. p. 429. deutsch 1776. 8.

Ware in Phil. Trans. 1813. I. p. 31. G. LIV. 253.

Dieser Umstand dient sehr zur Bestätigung der Meinung Barrow über die Adjüstirung des Auges. Sehr erleuchtete Gegenstände ı nämlich die Pupille zusammen, ohne dem Auge näher zu kom- und machen es also künstlich kurzsichtig.

durch Angewöhnung erzeugt, und ist daher ein gemeines Feh
der Bewohner grofser Städte mit engen Strafsen, der Gelehrt
welche viele kleine Schrift lesen [1], und derjenigen, welche
unterbrochen feine Arbeiten verrichten. Die hieran Leide
nennt man *Myopen* (*myops* von μύω schliefsen und ὤψ
Auge, wegen des gemeiniglich damit verbundenen Blinz
und rechnet darunter alle diejenigen, bei denen die Weite
deutlichen Sehens geringer ist, als 8 Par. Zolle, von wel
Gröfse sie bis zu 2 Z. und weniger abnimmt. In der Reg
das kurzsichtige Auge sonst gut und dauerhaft [2], sieht be
nigem Lichte scharf, und unterscheidet in der Nähe
kleine Gegenstände. Weil es aber Anstrengung erfordert,
Augenaxen auf den nämlichen Punct zusammenzubiegen,
aber bei einem niederwärts gehaltenen Objecte leichter ist, a
einem höheren, die hieran einmal gewöhnten Augen sich
für letzteres leichter auf einen entfernten Punct richten,
den Kurzsichtige leicht übersichtig (statt dafs Presbyten für
Gegenstände leicht niedersichtig sind) [3], lesen gern
Schrift und schreiben eine kleine Hand, um viel in einen
hen Raume zu übersehen und eine zu starke Bewegung d
gen oder des Kopfes zu vermeiden. Sehr Kurzsichtige,
zugleich viel lesen müssen, und um den Kopf nicht zu sehr
derzubeugen, die Bücher in einer Hand halten, nehmen
die Gewohnheit an, das zu Lesende seitwärts zu halten.
durch indefs den Augen der Nachtheil zuwächst, dafs
der das eine Auge, indem es gegen die Nase gerichtet ist,
unthätig bleibt, oder dafs beide Augen eine verschiedene
des deutlichen Sehens annehmen. Indem ferner die Kurz
gen weder diejenigen, mit denen sie reden, noch die ung
den Gegenständen genau sehen können, so benimmt diese
Augen die Klarheit, und erzeugt eine Art von Stumpfhe
Unbeholfenheit im Benehmen. Die physische Ursache der
sichtigkeit liegt in einer zu grofsen Convexität der Corne
der Krystalllinse, weswegen sie auch am häufigsten den

1 Blagden in Phil. Tr. 1813. p. 110.

2 Ob diese häufig geäufserte Meinung bestimmt gegründet
zweifelt Rudolphi Phys. II. 215.

3 Vieth bei G. LVIII. 241.

rvorstehenden Augen eigen ist, oder in einer zu grofsen ung der Krystalllinse von der Netzhaut.

an sollte glauben, dieser Fehler müsse mit zunehmendem on selbst geringer werden oder ganz aufhören, allein die ng ergiebt das Gegentheil [1], welches Adams sehr richtig wohnten Gebrauche der Gläser ableitet, wozu man setzen dafs die ihn erzeugenden Ursachen gewöhnlich fortzu- pflegen. Er wird daher nur dann mit der Zeit abneh- enn kurzsichtige Personen sich viel im Freien aufhalten, n fortwährend anstrengen, fern und stufenweise entfern- gegenstände zu sehen, z. B. auf der Jagd u. drgl. [2].

läfst sich hier ein anderer Fehler anreihen, nämlich eine Kurzsichtigkeit derjenigen, welche hauptsächlich durch des Lesen und Schreiben, und damit verbundenes un- ztes Betrachten der Gegenstände in einer gewissen un- rten Entfernung die Fähigkeit des Auges, sich für un- Entfernungen einzurichten, verlieren. Auch bei diesen , wie bei den eigentlich Kurzsichtigen, entfernte, und, Weitsichtigen, nahe Gegenstände kein scharf begrenz- dern ein undeutliches, breites, verworrenes und dop- ild hervorbringen. Manche Augen sollen auch der ei- lichen Abnormität unterworfen seyn, dafs sie Gegen- n der gehörigen Gesichtsweite deutlich erkennen, ent- aber, bis auf einige hundert Fufs, nur undeutlich sehen, auf noch gröfsere und sehr grofse Entfernungen wieder Bilder geben. Ist dieses wirklich der Fall, so läfst es

---

Farr bei G. LIV. 273.

ine lächerliche, und mit sich selbst im Widerspruche stehende ng hat Baldwin zu Prescot aufgestellt, indem er durch Er- gefunden haben will, dafs kurzsichtige Augen durch convexe d weitsichtige durch Hohlgläser ihren normalen Zustand wie- ten haben sollen. Dafs dieses nicht seyn könne, ergiebt sich nämlich der Fehler so bedeutend, dafs Gläser gebraucht wer- en, so können diese Augen durch die entgegengesetzt wirken- r gar kein Bild erhalten, und daher die erforderliche An- nicht üben. Ueberhaupt wäre es viel zweckmäfsiger, gar ser zu gebrauchen, und hierdurch den normalen Zustand durch Uebung wieder herzustellen, wie auch oft geschieht. S. Magaz. 1805. Dec. p. 421. G. XXVI. 361.

nicht mehr anders als daraus erklären, daß das Auge für [illegible] stimmung für geringere Entfernungen übergeht.

Noch muß ich hier einer Hypothese gedenken, [illegible] Jung Stilling[1] aufgestellt hat, und welche, so unrichtig [illegible] sich an sich ist, doch nicht anders widerlegt [illegible] kann, als durch Untersuchung der Brechungskraft [illegible] kurzsichtiger und weitsichtiger Augen. Er behauptet [illegible] beide Fehler seyen Folge einer veränderten Durchgangs-Brechungskraft der in der Linse enthaltenen Flüssigkeit. [illegible] se Behauptung nähert sich auch die grosser Kenner [illegible] schen Gesetze, David Brewster, in seiner Erklärung [illegible] auffallenden Abnormität des Sehens, welche G. [illegible] seinem linken Auge wahrnahm. Zuerst schien es ihm [illegible] lich, als könne er mit diesem Auge gar nicht sehen; [illegible] dachte es jedoch, daß ihm zunächst Gegenstände [illegible] nen, und genauere Untersuchungen ergaben, daß der [illegible] des Lichtes in diesem Auge stärker war in einer [illegible] len Linie einen Winkel von 33° bildenden Strahl, [illegible] auf diese normalen. Brewster meint, dieser schon [illegible] seltene Fehler müsse in einer cylindrischen Krümmung [illegible] Cornea liegen, wie sich an einem von ihm [illegible] ergeben würde, oder wahrscheinlicher in einer [illegible] artige in der ungleichen Dichtigkeit der Krystallinse. [illegible] die höchst seltenen Abnormitäten gehört die [illegible] lässig, und verdient daher, wenn er existiren [illegible] Beachtung. Einen ähnlichen abnormen Bau [illegible] oben mitgetheilter Beobachtung an, welche [illegible] nem eigenen Auge machte, daß bei diesem die [illegible] lichen Sehens nach den Versuchen mit Punktirnadeln [illegible] der 10 engl. Zolle betrug, wenn der [illegible]

---

1. Transact. of the Royal Irish Academy. Dublin 1[illegible] Gren J. IV. 46.

2. Ausführlich handelt über die krankhaften Fehler [illegible] Wase in Phil. Trans. 1813. I. G. LV. 228. Vergl. [illegible] Journ. IX. 255. Resumaje de Mariot sonderen [illegible] Gott. 1750. Dessen Abhandlung von den Augenkrankheiten [illegible] hat Fac. Deberr von G. F. Glauden. Stuttg. 1794. [illegible] gemein schwache Augen. S. 186.

3. Edinb. Journ. of Sc. No. XIV. p. 302.

vertical stand, und nur 7 Z., wenn derselbe die hori-
Richtung hatte [1].

ie beiden genannten Fehler der Augen, nämlich Kurz-
keit und Weitsichtigkeit, welche KEPLER [2] nach langem
nken zuerst erklärte, und damit die Wirkung der Brillen
ereinstimmung brachte, lassen sich durch Linsengläser
en, worauf zugleich ein Beweis von der Richtigkeit der
jenen grofsen Geometer aufgestellten Theorie des Sehens
det werden kann.

Brillen; *perspicilla;* lunettes, besicles, lor-
s; *spectacles*; nennt man diejenigen Linsengläser, wel-
e unrichtige Weite des deutlichen Sehens compensiren,
mnach entweder convex oder concav seyn müssen. Beide
der Augen, nämlich Weitsichtigkeit, wobei die Bilder
Gegenstände hinter die Netzhaut fallen, und Kurzsichtig-
vobei die Bilder entfernter Gegenstände dieselbe nicht er-
, nebst der Art der Compensation dieses Mangels durch
gläser lassen sich durch Zeichnung leicht anschaulich ma-
Bei jenen wird nämlich die Vereinigung der, von dem Fig. 215.
Objecte A B aus dem Puncte C ausgehenden Strahlen in k,
nter der Retina geschehen; durch die vorgehaltene convexe
l aber werden sie stärker zusammengebogen, und verei-
ich auf der Retina in f; bei diesem aber fällt der Verei- Fig. 216.
spunct der von dem entfernten Objecte ausgehenden Strah-
die Netzhaut in k, wenn sie nicht vorher durch die con-
inse l l auseinander gebogen werden. Aus dieser einfa-
nsicht der Sache gehen folgende unbestreitbare Sätze her-

1. *Conservationsbrillen* oder *Präservativbrillen*, wenn
runter solche versteht, welche das Auge gesund erhalten,
Schwäche oder Verderben schützen, oder dem schwachen
rdunkelten Auge hellere und schärfere Bilder geben sol-
kann es der Natur der Sache nach nicht geben, weil Glä-
gebogenen Flächen jederzeit die Weite des deutlichen

Eine Abnormität, der hier angegebenen wahrscheinlich ähnlich, FISCHER beobachtet hat, wird weiter unten bei den Gesichtsfeldern erwähnt werden.

Paralip. ad Vitell. p. 200.

Diesen Irrthum könnte auch WELLER a. a. O. S. 190 leicht er-

Sehens verändern, mit parallelen Flächen aber keine
Wirkung auf das Licht hervorbringen, als eine ihrer Helli
und Durchsichtigkeit umgekehrt proportionale Verminderu
selben. Brauchbar sind daher in dieser Hinsicht blos die
nannten *Staubbrillen*, dünne, helle Gläser mit parallelen
chen, welche also die entstehenden Bilder im Auge
modificiren, so gefafst, dafs sie das Auge gegen Staub
stige, dasselbe verletzende Körper schützen. Ist das Au
reizbar, in welchem Falle das schwächere grüne Lic
thätig wirkt, so wendet man auch grüne Gläser hierzu a
diese gleich für gewöhnliche Brillen nach Adams ver
sind. Man nennt indefs auch Brillen mit langer Br
welche daher bei dem wenig abnormen Auge und a
Veränderung der gehörigen Gesichtsweite anwendbar s
servationsbrillen, und diese sind allerdings zulässig, o
das Auge, strenge genommen, nicht conserviren, v
künstliche Bilder gewöhnen.

2. Wie die Brillen für jedes abnorme Auge besch
müssen, ergiebt sich leicht, wenn man berücksichti
die, aus einer für das Auge unpassenden Entfernung
Objecte künstlich an den Ort des deutlichen Sehens br
len. Für convexe Linsen sey daher [1] die Entfernung de
punctes von denselben = f, der Abstand des Obje
der Abstand des Bildes = d; so ist allgemein $d = \frac{f}{b-}$
Weitsichtige bedarf aber eines Glases, welches von
genständen um die Weite b entfernt, ihm das Bild
bringt, als sey es in der Entfernung seines deutliche
welche hiernach also = d seyn mufs. Indem aber da
Bild an der von dem Auge abgewandten Seite der L
soll, so wird $d = \frac{-bf}{b-f}$, und hieraus $f = \frac{bd}{d-b}$;
die convexe Linse mufs so geschliffen seyn, dafs ihr
weite dem Producte der Weite des deutlichen Sehe
Weite des Gegenstandes vom Glase dividirt durch da
schied beider gleich ist. Wünscht also jemand, welch
Entfernung von 24 Z. deutlich sieht, ein Linsenglas,

1 S. *Linsengläser.*

ie Bilder der aus der Nähe zu betrachtenden Ob-
diese Entfernung setzen soll, so wird die Brennweite

= 12 Z. seyn. Für ein Auge, welches Gegenstände in

Entfernung deutlich sieht, kann man d unendlich grofs
wodurch f = b wird, d. h. dasselbe sieht durch jedes
Glas Gegenstände deutlich, welche sich im Brenn-
desselben befinden, wie dieses der Fall bei den Lou-
Für Hohlgläser, deren sich Kurzsichtige bedienen, ist
$\frac{-fb}{+f}$. Indem aber bei diesen Gläsern gleichfalls das Bild
vom Auge abgewandten Seite seyn mufs, so wird
$\frac{fb}{+f}$ und hieraus $f = \frac{db}{b-d}$ mit der obigen Formel
h. Das Hohlglas mufs also bei gleich starker, aber um-
abnormer Beschaffenheit des Auges auf gleiche Weise
seyn. Wäre z. B. die Weite des deutlichen Sehens 4
würde die negative Brennweite $\frac{4 \cdot 2}{4} = 8$ Z. seyn. Wäre
e nicht kurzsichtig, also d = b, so würde f = ∞, d.
las müfste von ebenen Flächen begrenzt seyn, bei einem
h kurzsichtigen Auge aber würde b = 0, und somit
= 0 werden. Für ein solches Auge also, welches um
, vom Objecte unmittelbar berührt werden müfste, ist
hlglas möglich.

Hieraus ergiebt sich zugleich, auf welche Weise Brillen
ht oder verfertigt werden können. Man darf nämlich
das abnorme Auge diejenige Weite in Par. Zollen mes-
welcher dasselbe ohne Anstrengung und am leichtesten
grofse und nicht zu stark erleuchtete Gegenstände deut-
nnt, am besten beim Lesen gewöhnlicher Schrift, so
übrigen Gröfsen zur Bestimmung der Brennweite des
ichen Glases gleichfalls bekannt. Hält man z. B. einem
n mäfsig grofse Schrift bei mittlerer Erleuchtung so hin,
dieselbe deutlich und ohne das gewöhnliche Verwirren
ppeltwerden der Buchstaben unterscheidet, findet dann
ernung vom Auge = 18 Z., so giebt die Formel die
ite eines für ihn tauglichen Glases $f = \frac{8 \times 18}{18-8} = 14{,}4$
bei ist indefs wohl zu berücksichtigen, dafs der Er-

fahrung nach die nach dieser Formel ausgesuchten oder ver
tigten Gläser zu scharf sind, d. h. die Gesichtsweite zu stark
pensiren, entweder weil die Annahme von 8 Z. für die
tia visionis distinctae zu klein ist, oder weil die durch
Gläser bewirkte scharfe Begrenzung der Bilder hierbei ver
flufs ist. Geübte Künstler und erfahrene Brillenhändler w
dieses indefs, und nehmen bei der Wahl der bestellten
hierauf Rücksicht, so dafs die Methode für diese ohne
anwendbar ist. Will man indefs die Brillen von gemeine
lern kaufen, wodurch man bei der jetzigen Vollkommen
Fabrik-Anstalten für geschliffene Gläser nicht durchaus
erhält, so kann man die paſslichen leicht durch Probire
indem man diejenigen aussucht, durch welche das Auge
lerer Weite des deutlichen Sehens ohne Anstrengung
übermäfsige Schärfe der Bilder, ingleichen ohne auffallen
gröfserung oder Verkleinerung der gesehenen Objecte
sieht. Man kann die Probe zweckmäfsig auch daran
nen, dafs man beim Fehler der Kurzsichtigkeit entlege
entgegengesetzten Fehler der Weitsichtigkeit aber nahe
in der Umgebung befindliche, Objecte ohne besondere
gung betrachtet, und auszumitteln sucht, ob das Auge
lich und ohne merkliche Beschwerde erkennt. Brille
scharf, wenn der Weitsichtige bei ihrem Gebrauche
lich und ohne Anstrengung zu Sehende näher, der K
aber weiter vom Auge halten mufs, als in der mittlere
tia visionis distinctae, und so umgekehrt.

Hierbei ist aber Folgendes wohl zu berücksich
dem das Urtheil über Entfernung, Gröfse und Gest
henen Gegenstände auf einer durch lange Uebung
Fertigkeit der Schlüsse aus den im Auge erzeugten E
ruhet, jedes Brillenglas aber das gesehene Object an e
dern Orte zugleich auch etwas verkleinert oder verg
überhaupt in anderen Verhältnissen und modificirt zeig
findet sich das Auge beim Gebrauche desselben in e
wohnten Thätigkeit, dieses erzeugt eine zwar unn
meistens wirklich vorhandene, gröfsere Anstrengung,
hieraus gewöhnlich entspringende, zuweilen schmerz
müdung. Hierin liegt der Grund, dafs manche, mit
Werkzeugen nicht vertraute, Personen anfangs durch
gar nichts zu sehen behaupten, die Gröfse des Gese

:h angeben, und dafs der Gebrauch der Brillen, obgleich
ings sehr passend für die Augen gefunden wurden, bald
en schmerzhaft afficiren. FISCHER [1] sagt daher sehr rich-
in mufs durch optische Instrumente sehen lernen. Indefs
las, an den Gebrauch der Gläser einmal gewöhnte, Auge
ie gröfste Schärfe und Bestimmtheit der Bilder, welche
Regel durch etwas zu scharfe Gläser gegeben werden.
ählt daher leicht diese, gewöhnt das Auge an dieselben,
rmehrt durch wiederholten Uebergang zu solchen Gläsern
hler der Augen [2].

Man kann es kaum als Regel annehmen, dafs beide Au-
ganz gleiche Weise an einem oder dem andern der ge-
Fehler leiden, indem eine ungleiche Weite des deutli-
:hens mindestens unter die sehr gewöhnlichen Ausnah-
hört [3]. Ist indefs ersteres der Fall, so ist zugleich erfor-
dafs beide Gläser einer Brille eine gleiche Brennweite

Bei convexen läfst sich dieses finden, wenn man die
eite derselben empirisch durch die Erzeugung eines Bil-
er denselben [4] sucht, bei Hohlgläsern aber, welche nur
iaginären Brennpunct haben, und daher kein wirkliches
eugen, kann man die Probe machen, indem man einen
:n, in der horizontalen Ebene ausgedehnten Gegenstand,
n First eines Daches, durch beide in einiger Entfernung
m Auge gehalten, betrachtet, und prüft, ob beide den
ntfernten Gegenstand in gerader Linie, gleich weit und
he Weise verkleinert zeigen. Der Gebrauch eines ein-
Glases ist daher nachtheilig, weil dadurch jederzeit nur
e angestrengt wird, und hieraus für die beiden Augen
leiche Weite des deutlichen Sehens entsteht. Verwerf-
laher auch der Gebrauch der grofsen, biconvexen, so-
n *Leseglüser* der Presbyten, weil die in beide Augen
fallenden Lichtstrahlen zu weit von der Axe des Glases
ien, und die Bewegung der Hand, worin dasselbe in
den Abständen vom Auge gehalten wird, die Erzeu-

---

hrbuch d. mech. Naturlehre. Berl. 1819. II. 192. u. 221.
I. Berl. 1827. II. 202.
ARE in Phil. Tr. 1813. p. 31. BLAGDEN ebend. S. 110.
ELLER Diätetik u. s. w. S. 215. Vergl. weiter unten.
Brennweite Th. I. S. 1223.

gung fester und sich gleichbleibender Bilder hindert. Hi
kommt noch der unangenehme Glanz des von der Obe
dieser Gläser reflectirten Lichtes, welcher den Augen s
lich ist.

5. Eine Vergrösserung oder Verkleinerung der durc
len betrachteten Gegenstände sollte in sofern billig nicht
den, als blos eine Abnormität des Auges zu compen
Weil aber das Brillenglas dem Auge das Object in de
nung seiner Brennweite setzt, zugleich aber unter de
optischen Winkel zeigt, als wenn es sich in der Entfer
deutlichen Sehens befände, so mufs nach denjenige
worauf das Urtheil über die Gröfse der gesehenen G
beruhet, das convexe Glas vergrösern, das concave ab
nern, u. z. in dem Verhältnifs der Weite des deu
zu der Entfernung, aus welcher die Strahlen durch e
gegebener Brennweite zur Vereinigung gebracht wer
$\frac{d}{b}$ mal $= \frac{f}{f-b}$. Nehmen wir also die Weite des
Sehens für Presbyten zu 12; 24 und 36 Z. statt der
gen 8 Z. an, so bedürfen diese convexe Linsen von
10,3 .. Z. Brennweite, deren Vergrösserung also =
4,5 fach ist. Für Kurzsichtige liegt das durch
zeugte Bild näher als das Object, und mufs dahe
erscheinen, insofern auch hierbei die nämliche
des optischen Winkels stattfindet, u. z. im
$\frac{b}{d} = \frac{b+f}{f}$. Ist demnach die Weite des deutl
bei diesen = 6; 4 und 2 Z., so sind die Brenn
forderlichen Gläser = 24; 8; 2,66... halb, mal
nerungen 1,33 .. 2; 4.

6. Die Brillen, sowohl mit concaven als mit co
sern, müssen die von den mit kugelförmigen Flä
schliffenen Linsen unzertrennlichen Fehler
Abweichung wegen der Kugelgestalt und die Far
u. z. beides in einem desto höheren Grade
weiten sind. Für den praktischen Gebrauch
wenig oder gar nicht bedeutend, weil bei
messer des das Bild im Auge erzeugenden
lichen kleine gebrochenen Lichtstrahlen nahe

egen, wo beide Fehler verschwinden. Indefs folgt hier- viel, dafs die vortheilhafteste Stellung des Auges zum diejenige sey, wenn die verlängerten Axen beider zusam- llen, die nachtheiligste dagegen, wenn das Object am ten von der Axe des Glases entfernt durch den Rand des- gesehen wird. Mit Recht fordern daher die Augenärzte [1], las Auge so genau wie möglich nur durch die Mitte des sehen soll.

Um den genannten Fehlern zu begegnen, hat Galland ravreux Gläser mit cylinderförmigen Oberflächen vorge- en, welche aus zwei Segmenten eines Cylinders mit sich kreuzender Axe und Oberfläche bestehen sollen [2]. Sie n meistens achteckig geschliffen, erreichen aber den ange- en Zweck nicht, und geben, vorzüglich wenn die Cylin- on kurzen Radien sind, aufserhalb der Mitte auffallend rte Bilder [3], weil es äufserst schwierig, vielleicht unmöglich e beiden Flächen genau zu centriren [4]. Am zweckmäfsig- nd den genannten Fehlern am wenigsten unterworfen sind die Wollaston [5] angegebenen *periskopischen* Brillen, welche nem Meniscus für das weitsichtige Auge, und aus einem nconcaven Glase für das kurzsichtige bestehen.

. Brillen mit hornenen Blendungen und breiten Fassungen icht blofs unnütz, sondern auch nachtheilig, indem das ohnehin seine natürliche Blendung hat, und durch die iche Begrenzung des Gesichtsfeldes und den Schatten, en der undurchsichtige Körper auf dasselbe wirft, nach- afficirt wird. Die grüne Farbe der Gläser verwirft

---

Weller Diätetik u. s. w. S. 198.

Annals of Phil. VII. 324. Kastner deutscher Gewerbsfreund. 818. S. 285. Edinburgh Encyclopaedia XV. 509.

Vergl. Ann. of Phil. VIII. 314.

Altmütter bei G. LVIII. 437. Solcher cylindrischer Brillen, rei ungleichen Cylindern geschliffen, bediente sich G. B. Airy, ie oben erwähnte seltene Abnormität des linken Auges zu com- s. Edinb. J. of Sc. XIV. 322, und in einem solchen Falle allein brauchbar. Dort sind auch die Radien angegeben, wo- lche Gläser für ein individuelles Auge geschliffen werden müs- e sich aus den Brechungsgesetzen übrigens von selbst ergeben.

Phil. Mag. XVII. Nicholsons J. VII. 143. J. de Ph. LXXVIII. a. a. O.

3d.

Adams [1] deswegen, weil sie den Gegenständen eine schmutzig Farbe geben, und sie nach Wegnahme der Brillen in röthlich Lichte zeigen, woraus er eine schädliche Affection der A folgert. Letzteres ist unrichtig, indem die röthliche Ti der Objecte nach anhaltendem Sehen durch grüne Gläser subjective Farbe ist [2]. Das grüne Licht ist allerdings leuchtend, als das weifse, und wird daher das Auge we afficiren, mithin werden grüne Gläser dem nahe kommen man bei wenigerem Lichte sieht. Wenn man aber berü tigt, dafs das grüne Glas der Brillen selten tief tingirt ist, lich noch eine Menge weifses Licht durchläfst, dafs der Ei der grünen Farbe vorzüglich auf ein geschwächtes Auge für ein alterndes meistens zu halten ist, vortheilhaft wird endlich Kurzsichtige bei wenigem Lichte dennoch deu sehen pflegen, und Linsengläser überaupt schärfer B Bilder geben, so folgt, dafs nicht zu dunkel gefarbte vorzüglich bei reizbaren Augen eher vortheilhaft als na sind, im Allgemeinen aber die hellsten und klarsten den verdienen. Uebrigens bedienen sich diejenigen, deren auf den weiten Schnee- und Eisfeldern der Polargegend die grofse Intensität des Lichtes empfindlich afficirt werd ausgezeichnetem Nutzen der grünen Brillen [3]. Manche verfertigen die Brillengläser aus Flintglas oder Bergkry lassen sich dieselben höher als die gewöhnlichen bezahlen; da bei diesen Substanzen die Farbenzerstreuung stärker bei dem hellen und klaren Spiegelglase, so folgt hier sie eigentlich schlechter sind. Gläser mit zerschabter genügend polirter Oberfläche sind verwerflich, wie sich wohl von selbst versteht.

8. Dafs weitsichtige oder kurzsichtige Augen die F sich der Nähe oder Entfernung der Objecte gemäfs ein nicht besitzen sollten, folgt weder theoretisch noch a fahrung, vielmehr können sie dasselbe in gleichem G halten haben, als die normalen Augen, jedoch mit schränkung, dafs ohne irgend eine Anstrengung, also

1 Seiner Meinung ist gleichfalls Weller Diätetik. S. 2

2 S. *Farben, physiologische.* Oben S. 118.

3 Scoresby Account of the Arctic Regions. Edinb. 18 I. 379.

stands derselben, die Bilder der Gegenstände aus der Seh-
des normalen Auges bei kurzsichtigen vor die Netzhaut,
itsichtigen hinter dieselbe fallen. Wenn dann blofs diese
nität durch das Brillenglas compensirt werden soll, so
dafs es zweckmäfsig ist, bei einem solchen Zustande der
die Brillen stets zu tragen, wie Büsch mit Unrecht ver-
Dabei ist es indefs von grofser Wichtigkeit, vorzüglich
zsichtige, welche ohnehin durch anhaltendes Zusammen-
der Augenaxen leicht doppelsichtig und schielend wer-
eide Linsen, namentlich bei den Hand-Lorgnetten, in
er Entfernung von einander zu halten, damit das ge-
Zusammenbiegen der Augenaxen nicht befördert und das
sehen nicht noch mehr veranlafst werde [1]. Diejenigen
endlich, welche durch anhaltendes Sehen, vorzüglich
Gegenstände, in einer bestimmten Entfernung die Fähig-
loren haben, sich für die verschiedenen Entfernungen
ecte einzurichten, bedürfen das Hülfmittel der concaven
ur für entfernte Gegenstände [2].

Erläuterung und Bestätigung der Kepler'schen Theorie
en überhaupt und vom Gebrauche der Brillen im Be-
dient das sogenannte *künstliche Auge* oder *Kunstauge*

ETH bei G. LVIII. 249.

eber diesen Gegenstand handelt ausführlich: An Essay on
xplaining the Fabric of the Eye and the nature of Vision,
AMS. 2d. edit. Lond. 1792. 8. G. Adams Anweisung zur Er-
es Gesichts und zur Kenntnifs der Natur des Sehens. A. d.
Kries. Gotha 1794. 8. J. Bischoff praktische Abhandlung
trik, in welcher die Eigenschaften und der Gebrauch der
n Gläser den Anfängern und Praktikern zur Erleichterung
ichnung und Rechnung aus zweien Grundgläsern hergeleitet
2te Aufl. Stuttg. 1800. 8. Anweisung für auswärtige Perso-
dieselben aus dem optisch oculistischen Institute zu Leipzig
er bekommen können u. s. w. Durch G. Tacher. 3te. Aufl.
21. 8. Observations on the treatment of the epiphora. A new
o which are now added observations on the near and distant
ifferent persons cet. by the late J. Waar. Editet by his son,
ARE. Lond. 1818. 8. Die Krankheiten des menschlichen Au-
Handbuch für angehende Aerzte u. s. w. von C. H. Welle
. 8. 8. 369. ff. Die Oekonomie der Augen u. s. w. von
A. d. E. Weimar 1825. 8. handelt recht gut von den Bril-
brigens mit vielen unbedeutenden, zum Theil unrichtigen.
en untermischt.

(*oculus artificialis*, oeil artificiel); wie solche schon sehr vielfach [1], namentlich durch Huygens [2] angegeben und durch Wolf [3] ausgeführt sind. Weit vollkommener ist das von Ad... beschriebene, welches zugleich Form und Bestandtheile des Auges nachbilden soll. Dasselbe besteht daher aus einem festen hölzernen, kugelförmigen Körper auf einem Gestelle. An der vordern Seite befindet sich die Oeffnung eines natürlichen Auges durch gefärbtes Glas dargestellt, deren Mitte, die Pupille nachbildend, durchsichtig bleibt. Hinter dieser befindet sich eine mattgeschliffene Glasscheibe, auf welche die erzeugten Bilder, wie auf der Retina, sichtbar sind. Um dieses hervorzubringen wird innerhalb der Kugel zwischen der Pupille und die künstliche Retina eine von drei, zu diesem Apparate gehörigen, Linsen eingesetzt. Diejenige, deren Brennweite die mittlere ist, giebt dann ein deutliches Bild entfernterer Gegenstände auf der Glasscheibe, welches durch ein vorgehaltenes Brillen- oder Lorgnetten-Glas undeutlich wird; die von der kürzesten Brennweite dagegen zeigt ein verworrenes Bild, welches durch ein vorgehaltenes convexes Linsenglas undeutlicher, durch eine concave Linse aber vollkommen deutlich wird; die dritte von der längsten Brennweite endlich erzeugt gleichfalls ein verworrenes, durch eine vorgehaltene convexe Linse aber deutlich werdendes Bild. Die erste zeigt das normale, die zweite das kurzsichtige, die dritte das weitsichtige Auge. An diesem Apparate, welchem die Biegsamkeit des natürlichen Auges mangelt, sich für ungleiche Entfernungen einzurichten, kann man noch auf eine andere Weise die Wirkung der Brillengläser zeigen. Giebt nämlich ein Objekt in mittlerer Entfernung ein deutliches Bild, so werden die sehr fernen und die sehr nahen undeutlich seyn, erstere aber durch ein convexes, letztere durch ein concaves Glas deutlich erscheinen, wonach also in jenem Falle ein Auge dargestellt wird, welches die Gegenstände näher haben will, in diesem aber ein solches, welchem sie weiter weggerückt werden müfsten, um sie deutlich zu erkennen.

---

1 Haller El. Phys. V. 469.
2 Priestley Gesch. d. Opt. S. 143.
3 Nützliche Vers. III. 481.
4 Essay on Vision. cet.

Kries [1] hat diesen Apparat sehr zweckmäfsig vereinfacht. Fig.
t eine hohle Kugel von leichtem Holze oder Papier-maché 217.
einem Gestelle. In e befindet sich eine biconvexe Linse,
he von entfernten erleuchteten Gegenständen ein Bild in
n Brennpuncte erzeugt, und auf der mattgeschliffenen Glas-
be d sichtbar macht. Letztere befindet sich in einer beweg-
n Röhre, und kann vermittelst derselben der Linse e
genähert oder von derselben entfernt werden. Wird das
re Ende nach einem auf der Oberfläche des verschiebbaren
s befindlichen Zeichen so gestellt, dafs es sich in b befin-
so fällt der Brennpunct der Linse e für 12 bis 15 F. ent-
Gegenstände auf die Scheibe d, es wird daselbst ein voll-
en klares Bild erzeugt, und der Apparat stellt das normale
vor, welchem die Bilder durch ein Hohlglas f oder eine
ke Linse g verdunkelt werden. Stellt man das vordere
der Röhre dagegen in a, so fällt das deutliche Bild hinter
heibe d, und die Maschine stellt das weitsichtige Auge
welchem die Bilder durch das Brillenglas g deutlich ge-
werden; zieht man dieselbe dagegen bis c zurück, so fällt
ld vor die Scheibe d, und wird, wie beim kurzsichtigen
durch das Lorgnettenglas f deutlich. Dafs man endlich
iermit den Unterschied des Fernsehens und des Nahese-
nschaulich machen könne, versteht sich von selbst.

ie Brillen konnten den Alten bei ihren Begriffen vom Se-
r durch den Zufall bekannt seyn; allein auch dieses ist
scheinlich, obgleich sie die vergröfsernde Kraft einer
sser gefüllten Glaskugel kannten [2]. Eben so redet auch
EN [3] im zwölften Jahrhunderte blofs von der Vergröfse-
r Gegenstände, wenn man sie an die Ebene des gröfse-
mentes einer Glaskugel hält. Dagegen sucht SMITH [4] zu
n, dafs ROGER BACO, welcher 1292 starb, die Wirkung
caven und convexen Gläser kannte, welches auch aus den
rten Stellen desselben unverkennbar hervorgeht [5]. Ob sie

---

[1] Uebers. d. a. Werks.

[2] SENECA quaest. nat. I. 6.

[3] Optica. VII. theor. 118.

[4] Lehrbegr. d. Opt. S. 376. wo die Geschichte der Erfindung der Brillen ausführlich abgehandelt wird.

[5] Vergl. Roger Bac. specula math. und Rog. Bac. Perspectiva. 1614. 4. MOLYNEUX Diopt. p. 256.

indefs durch ihn bekannt wurden, ist eine andere Frage, w für sich blofs Muthmafsungen aus der Bekanntschaft seiner Schr ten in Italien aufstellen lassen. Gewifs dagegen ist, dafs sie a Anfange des 14ten Jahrh. in Italien bekannt waren, und m setzt daher ihre Erfindung meistens zwischen 1280 und 1 In der Kirche Maria maggiore in Florenz nämlich befand sich ehemals die Grabschrift eines Florentinischen Edelmannes Sa NO DEGLI ARMATI, welcher 1317 gestorben war, und Erf der Brillen (Inventore degli occhiali) genannt wird [1], und führt bei SPON [2] aus einer Chronik in der Bibliothek der D germönche von St. Catharina zu Pisa folgende Stelle an: Alexander de spina ocularia ab obliquo primo facta, et co nicare nolente ipse fecit et communicavit cordi hilari e lente. Dieser Mönch, welcher meistens der Erfinder der B genannt wird, starb 1313. Indem nun auch das Wörterbuch academia della Crusca beim Worte: occhiale erwähnt, dafs Bruder JORDAN DE RIVALTO, welcher 1311 zu Pisa starb, ner 1305 gehaltenen Predigt gesagt habe, die sehr nützliche findung der Brillen sey vor noch nicht zwanzig Jahren ge so unterliegt es kaum einem Zweifel, dafs sie in Italien zwar um die angegebene Zeit gemacht wurde [3].

Unter die *Gesichtsschwächen* gehört das sogenannte *hen, Nachtblindheit, Hühnerblindheit (Nyctalopia. diurnus.* BOERH.), wenn das Auge selbst bei mittlerer helle nicht sieht, sondern nur bei hellstem Sonnenlichte stände zu erkennen vermag [4]. SAUVAGES [5] erwähnt, dafs Krankheit einst in der Gegend von Montpellier epidemisch wesen, und aus einer Abstumpfung der Gesichtswerkzeuge feuchte und nebliche Herbstluft entstanden sey. Einen chen Fall erzählt NICOLAI [6], und LASERRE [7] berichtet Fehler sey bei einem Mädchen so auffallend gewesen.

---

1 VOLKMANN's Nachrichten von Ital. I. 542.

2 Recherches curieuses d'antiquité. diss. 10.

3 Vergl. Hutton Dict. Art. Spectacles.

4 BRIGGS erzählt einen merkwürdigen Fall von angeborner blindheit in Phil. Tr. 1684. XIV. 560.

5 Nosologia methodica Amst. 1768. 4. I. 732.

6 Abhandl. von den Fehlern des Gesichts. Berl. 1754. 8. 5

7 Ephemerides Natur. Curios. Dec. II. An VI. Obs. 28.

s bei Nacht selbst ein helles Kerzenlicht nicht sehen te, bei Tage aber alle Gegenstände so gut erkannte, als ob as beste Gesicht hätte. Ist der Fehler angeboren, wie Lowthrop ein Beispiel angeführt wird [1], so ist er Folge atürlicher Unempfindlichkeit der Retina. In den Tropen-den, in China, Barbados, auf den Maldiven und Molucken, osambique und Brasilien soll dieses Uebel sehr gemein seyn n einigen Orten so häufig, dafs oft von zwanzig Menschen daran leidet, vorzüglich solche, die blaue oder graue Au-haben [2]. Der entgegengesetzte Fehler ist das sogenannte *tsehen*, die *Tagblindheit* (*Hemeralopia*, *visus no-nus*; vue de hibou, de chat etc.) wenn wegen übergro-leizbarkeit der Retina jeder Lichteindruck empfindlich ist, daher die Gegenstände bei sehr wenigem Lichte erkannt en können. In einem geringeren Grade ist dieser Fehler ielen Nervenübeln vorhanden, nimmt aber oft in einem sol-Grade zu, dafs jeder Lichtstrahl ausgeschlossen, und fast Licht abgehalten werden mufs; (*Lichtscheue*; *Photopho-* Ein Beispiel dieser Art von einem Tonkünstler, dem eine gende Saite das Auge verletzte, erwähnt Thümmig [3], und nderes Boerhave [4] von einem Engländer, bei welchem ehler durch langen Aufenthalt im Gefängnisse entstand. Verschiedene Thiere, namentlich die Fledermäuse, Eulen nehrere Nachtraubthiere haben die Fähigkeit, bei wenigem e zu sehen, und eine vorzüglich grofse Empfindlichkeit der n gegen das Licht [5]. Unter den Menschen ist dieses gleich- und wohl nicht selten, der Fall, und in der Regel mit

---

Phil. Trans. abridged. I. 38. Sauvages a. a. O. 734.

Edinb. Medico. Chir. Trans. IX. Die weitere Literatur ist bei a El. phys. V. 490.

Versuch einer gründlichen Erläuterung d. merkwürdigsten Be-heiten in d. Natur. Halle. 8. S. 254.

De morbis oculorum. cet. Gott. 1750. 8.

Einige Raubthiere haben von Natur das Vermögen, bei weni-ichte zu sehen, und man glaubt, dafs dieses durch den silber-glänzenden, weifslichen Fleck auf der Aderhaut, das sogenannte *m choroideae* bewirkt werde. Aus der Reflection des Lichtes iesem Flecke wird dann auch nach den neuesten Untersuchun-on Prevost in Bibl. Brit. XLV. 197 und Essen in Kastner's Arch. 394 das Leuchten solcher Augen im Dunkeln erklärlich. Man

ausgezeichneter Weifse der Haut und weifser oder rother Farbe der Haare verbunden. Nach Maupertuis [1] soll dieser Fehler bei den Bewohnern der Landenge Darien so gemein seyn, dafs die meisten Arbeiten bei Nacht verrichtet werden. Unter den Negern findet man die sogenannten weifsen Mohren, Blödsichtige oder Albinos *(Leucaethiopes)*, welche in ganzen Geschlechtern in Guinea, Java und Panama sich fortpflanzen, und sich durch eine weifse Haut, hellblaue, ins Röthliche fallende, Augen auszeichnen. Dahin gehören gleichfalls die in gebirgigen Gegenden Europa's, namentlich in der Schweiz, häufigern Kakergnacken oder Cretinen, wie sie von de Saussüre [2], Buzzi [3], Rudomowski [4] und Blumenbach [5] beschrieben werden. Letzterer leitet die mit Röthe des Sterns und der inneren Theile verbundene Empfindlichkeit der Augen vom Mangel des *pigmentum nigrum* her, indem zwischen der Bildung desselben, des Pigmentes pighischen Netzes und der Haare ein gewisser Zusammenhang stattfindet, wie Buzzi durch anatomische Untersuchungen bestätigt fand. Schon Simon Portius [6] fand übrigens, dafs manche Augen weniger von diesem Pigmente haben, als schwarze. Endlich bringt auch bei übrigens gesunden Personen Erkältung durch Wein und Augenentzündung diesen Fehler hervor, und bei einigen soll auch ohne eine nächste Veranlassung eine grofse Reizbarkeit stattgefunden haben [8].

Diesem Uebel ist eine vorübergehende Augenentzündung zu vergleichen, welche in den Polargegenden, namentlich in Nordamerica, durch das helle, vom blendenden Schnee zurückgeworfene, Licht, vielleicht auch durch die trockne, kalte

---

hielt dieses ehemals für ein Phosphoresciren, allein hiergegen sagt, dafs es in völliger Finsternifs gar nicht wahrgenommen wird. Edinb. New Phil. Journ. Nro. IV. p. 297.

1 Oeuvres. Lion 1768. 8. II. 100. ff.

2 Reisen durch d. Alpen. Leipz. 1788. IV. 249.

3 Opuscoli scelti di Milano. 1784. VII. 11.

4 v. Grell chem. Ann. 1787. St. 1. S. 149.

5 De oculis Leucaethiopum, in Comm. Gott. VII. 25. ad a. 1784.

6 De coloribus oculorum. Florent. 1550. 4. p. 34.

7 la Hire Accidens de la Vue. Par. 1694. p. 588.

8 Haller El. Phys. V. 493.

fe Luft erzeugt, und *Schneeblindheit* genannt wird. Die schmerzhafte Empfindung gleicht vollkommen der, als wenn r Sand in die Augen gekommen wäre, und wird von den nicanern durch warme Wasserdämpfe geheilt, PARRY aber ein kühlendes Augenwasser aus Bleizucker im Wasser gelö- esser, wodurch das Uebel bei Entfernung des Lichtreizes nigen Tagen geheilt wurde [1].

Unter die Anomalien des Gesichts, meistens aber mit äche der Augen verbunden, gehört das *Schielen (Stra- us, Luscitas relativa*; Strabisme), welches darin it, dafs die Schielenden *(Strabones;* strabites, Lou- d'un oeil) ihre Augen unwillkürlich bewegen, indem sie lichtungen der Augenaxen nicht in ihrer Gewalt haben. Fehler findet in sehr ungleichen Graden statt, aus deren rung und Betrachtung im Einzelnen die Ursache desselben deutlich wird. Am gemeinsten ist, dafs die Axe nur des Augapfels seitwärts, und zwar meistens nach der Nase zu, gt wird, in einigen Fällen so, dafs das Auge diese schiefe ung stets beibehält, in andern so, dafs sie beim Ansehen Gegenstandes geringer anfängt und allmälig zunimmt. Sel- ist der Fehler so, dafs beide Augenaxen schief gerichtet aber auch in diesem Falle ist es häufiger, dafs beide con- en, als dafs sie divergiren, und dafs die Convergenz bei em Sehen wächst.

Hieraus, verbunden mit der allgemein bekannten Thatsache, rohl jeder Mensch mit gesunden Augen künstlich schielen geht die allgemeine Ursache dieses Fehlers, nämlich eine

---

PARRY zweite Entdeckungs-Reise. d. Uebers. S. 289. Vergl. lieses Uebel BLUMENBACH in Edinb. Phil. Journ. 1823. N. XVII. . Die Esquimaux bedienen sich dagegen hölzerner Brillen aus i Brettchen mit schmalen Ritzen, durch welche sie zugleich sehr hen; die Tartaren dagegen auf ihren Winterjagden gebrauchen nes Gewebe aus schwarzen Pferdehaaren, demjenigen ähnlich, s XENOPHON und die Griechen auf ihrem Rückzuge aus Persien ndt zu haben scheinen. Xenoph. Anab. IV. c. 5. Der Brillen iem kleinen Löchelchen, aus Metall verfertigt (*metallic spectacles*). te sich auch SKIENER gegen den Einfluss des zu grellen Lichtes ilta. S.G. LIV. 306; aus Tilloch's Phil. Mag. 1815. So viel ich ind sie indefs nicht weiter in Gebrauch gekommen.

unwillkürliche Thätigkeit der Augenmuskeln, evident herv
Diese ist wieder Folge entweder angeborner Schwäche un
gelwidriger Affection derselben, oder einer Angewöhnung, w
che sehr leicht dadurch entsteht, dafs man ohne Schwier
nur mit einem Auge sieht, und hierzu um so geneigter
mehr beide Augen an Güte und Weite des deutlichen Se
unterschieden sind. De la Hire [1] glaubt, die Ursach
Schielens sey ein unrichtiger Bau des Auges, indem der
pfindliche Theil der Retina nicht in der Richtung der Aug
sondern seitwärts liege. In diesem Falle würde aber di
weichung der Augenaxe eine constante Gröfse und der Feh
unheilbar seyn. Ist derselbe aber durch Gewohnheit entst
so läfst er sich leicht heilen, und verliert sich oft von sel
zunehmenden Jahren. Als Hülfsmittel hierzu sind wenig
Augenbedeckungen mit kleinen Oeffnungen zu empfehlen.
für ungleich entfernte Gegenstände die verlängerten Ax
nicht stets in die kleinen Oeffnungen treffen können, d
mehr das von Jurin [2] empfohlene Mittel, nämlich das
Auge zu verschliefsen, und die Gegenstände blofs mit
ken zu betrachten, dann das gesunde wieder zu öffn
beide in ihrer Richtung zu erhalten, welches bei Kinder
einen Gehülfen, von Erwachsenen vor einen Spiegel
stelligt werden kann. Büffon [3] macht vorzüglich auf
dings gegründete, durch Reid [4] nach vielen Erfahrung
tigte, ungleiche Stärke beider Augen als Ursache des
aufmerksam, und räth daher, das schwache zu stärke
das starke deswegen auf längere Zeit zu bedecken, welch
tere Augenärzte schwerlich billigen werden. Darwi
das Nämliche, und beobachtete unter andern einen Kna
cher alle rechts liegenden Gegenstände mit dem linken
und umgekehrt, und dessen Heilung durch ein auf
angebrachtes, diese Gewöhnung hinderndes Blech bewir
Reid [6] fand bei zwanzig von ihm untersuchten Schiele

1 Mém. de Par. 1694.
2 Smith's Opt. p. 395.
3 Mém. de Par. 1743. 229.
4 Inquiry into the human mind. p. 258.
5 Phil. Trans. LXVIII.
6 a. a. O.

Auge bedeutend schwächer, und vier unter ihnen sahen
icht damit, obgleich der Bau desselben normal war. Auf
Weise läfst sich daher der Fehler von einer unrichtigen
der Linse ableiten [1].

Jnter die seltenen Gesichtsfehler gehört das *Schiefsehen*
citas Boerhav. *Visus obliquus*), wenn das Auge nur
halb seiner Axe befindliche Gegenstände sieht, und sich
irts drehen mufs, um ein Bild von denselben zu erhalten.
Jrsache ist Unempfindlichkeit der Retina in der Axe des
, oder eine schiefe Lage der Pupille oder der Krystalllinse,
ndlich eine Verdunkelung des vordern Theils der Horn-
Man kann hierher auch die aus Verletzungen oder krank-
Affectionen entstehenden partiellen Gesichtsfehler rech-
namentlich das *Halbsehen* (*Hemiopia*) wovon Vater [2]
Beispiele anführt. Larrey beobachtete, dafs das rechte
eines Gardisten Lecoeur durch einen Stich mit einem
osen Rappiere, welches zwischen dem rechten Augapfel
r innern Wand der Augenhöhle eingedrungen war, das
mögen in der Art verlor, dafs es alle jenseits einer durch
Axe gehenden verticalen Ebene rechts befindliche Gegen-
nicht erkannte, sondern statt dessen nur einen schwarzen
wahrnahm. Auch Dr. Crawford [3] erzählt ein Beispiel
emiopie, welches er bei einer Frau beobachtete. Diese
n allen verticalen Gegenständen blofs die rechte Seite,
on vier lothrecht gehaltenen Fingern sah sie zwei deutlich,
itten undeutlich, den vierten gar nicht. Von zwei Fin-
h sie nur einen. Wurden die vorgehaltenen Finger bei
nderter Richtung der Augenaxen rechts bewegt, so wur-
sämmtlich nach einander sichtbar, verschwanden dage-
i einer Bewegung nach der linken Seite. Eine gleiche
e Lähmung erlitt Mme. de Pompadour einst nach einer
Erkältung [4]. Dr. Merat in Paris kannte dagegen einen

Jen. Lit. Zeit. 1792. N. 226.

Oculi vitia duo rariss. Visus duplicatus et dimidiatus. Viteb.
in Hallerr diss. med. pract. vol. I. Phil. Trans. XXXIII. 147.
London Med. and Phil. Journal. Daraus in Ann. of. Phil.
Nro. LXX.

Demours Précis théorique et pratique sur les maladies des
321. p. 454.

einen alten Mann, welcher die Gegenstände unter einer be
zontalen Ebene durch seine Augenaxe nicht sah. Einen ähnli
Fall beobachtete Rudolphi [1] an einem Manne, bei welchem
untere Hälfte der Retina gelähmt war, und welcher dah
oberen Theil eines vor ihm stehenden Schrankes nicht
Richter [2] erzählt gleichfalls eine von ihm gemachte interes
Beobachtung dieser Art. Mehrere Fälle des Halbsehens als
blofser Nervenaffection, selbst wiederkehrend bei den nä
Personen, erwähnt Wollaston [3]; indefs genügen die mi
ten Beispiele für die Theorie des Sehens vollständig.

Eine Art des *undeutlichen* oder *unvollkommenen*
erwähnt Fischer [4], und behauptet, dafs dieser Fehl
eben selten in einem geringen Grade vorhanden sey, d
er nicht leicht bemerkt wird. Verschiedene Personen sol
lich nahe parallele lothrechte oder horizontale Striche n
Auge weniger deutlich wahrnehmen, als mit dem ande
weilen auch gar nicht zu unterscheiden vermögen, oder
stens die lothrechten nicht in gleicher Entfernung als d
zontalen. Die Ursache hiervon liegt aus leicht be
Gründen in einer Abweichung des Auges oder der Co
der Kugelgestalt, oder vielmehr in einer Ungleichheit d
zontalen und lothrechten Durchmesser des Auges, wode
aufserdem eine allgemeine Undeutlichkeit des Sehens
werden mufs. Nach der Darstellung Fischer's gehört
ser Fehler unter die des Gesichts im Allgemeinen, es s
aber mehr, dafs er sich demjenigen anschliefst, wel
Airy an seinen eigenen Augen beobachtet, und ob
Betrachtung der Kurzsichtigkeit erwähnt ist. Diesemn
er nicht blofs durch einen abnormen Bau der Cornea,
auch durch die dort angegebenen Ursachen veranlafst w

Eine der räthselhaftesten krankhaften Affectionen d
ist diejenige, welche John Gillies [5] von seinen eigene
tet. Es begegnete ihm nämlich in regellosen Zwische
dafs die Gegenstände ihm allmälig weiter wegzurücken u
ner zu werden schienen, nach zwei bis acht oder zeh

1 Physiol. II. 227.
2 Anfangsgr. d. Wundarzneyk. III. 478.
3 Ann. of. Phil. 1824. Apr. 305.
4 Berlin. Denksch. 1818 u. 19. S. 46.
5 Edinb. Phil. Journ. III. 57.

ɔer ihren vorigen Abstand und ihre gewöhnliche Gröſse
r annahmen. Diese Anfälle stellten sich anfangs seltener
lann häufiger, und eben so nahm das Uebel auch wieder
ım aber nie, wenn die Augen angestrengt, z. B. mit Lesen
iftigt waren. An Deutlichkeit verloren die geschenen Ge-
nde auf keine Weise, auch zeigten Linsengläser keine
ıng. Gillies selbst vermochte sich das Phänomen nicht
lären, und konnte auch von seinen ärztlichen Freunden
Auskunft darüber erhalten. Wahrscheinlich läſst sich das
men aus einer gesteigerten Empfindlichkeit des Sehnerven
ɔn, und ist das Gegentheil der bekannten Augentäuschung,
ıurch Nebel verdunkelte Gegenstände näher und gröſser
inen.

ur letzten Classe der Gesichtsfehler gehört, der oben gege-
Eintheilung gemäſs, das *falsche Sehen* (*Pseudoblepsis*),
entweder Gegenstände gesehen werden, welche gar nicht
en (*Ps. imaginaria*)[1], oder wenn wirkliche Gegenstän-
lers gesehen werden als sie sind (*Ps. mutans*). Unter
ıtere gehört die *Myodesopsie* oder das Sehen kleiner schwar-
ıncte, Fäden oder Netze, (*muscae volantes;* mouches
tes) welche in die Höhe zu steigen scheinen, wenn man
ıge schnell erhebt, und herabzusinken, wenn dasselbe
Vorzüglich deutlich erscheinen sie, wenn das Auge ge-
ıen hellen Gegenstand, den Himmel, Nebel oder Schnee
ɔet ist, und werden in geringerer oder gröſserer Menge,
ɔder minder dunkel gefärbt gesehen. Dieser Fehler be-
ıe Augen für kürzere Zeit, wenn man anhaltend blanke
ıell erleuchtete Gegenstände betrachtet, oder bei hellem
lange in ein Mikroskop gesehen hat, zuweilen dauert der-
ıber aus unbekannten Ursachen länger [2].

Die bekannte Erscheinung, daſs Personen sich selbst sehen, unter gehörigen Bedingungen Nebel oder Dünste in der Luft ein flectiren, gehört nicht hierher, noch weniger aber die Vorgen kranker Phantasieen, wenn Personen Menschen oder Gegensehr deutlich zu sehen glauben. Es ist dieses zuweilen bloſse vorübergehender Krankheiten, nicht selten aber auch leider egimenden Geisteszerrüttung.

Hallea Meth. stud. med. p. 463. St. Yves Traité des maledies de

Früher erklärten die Aerzte mit Willis [1] diese Erscheinung aus der Unempfindlichkeit gewisser Stellen der Retina, durch ausgetretenes Blut oder Verflechtung der Gefäfse, womit man aber die Bewegung der gesehenen Puncte nicht in Uebereinstimmung bringen konnten. Waldschmidt [2], de la Hire und Roi [3] suchen die Ursache in der wässerigen Feuchtigkeit. Morgagni [4] leitet sie von Puncten und Streifen der eingedrungenen Thränenfeuchtigkeit auf der Hornhaut ab. Maitre-Jan wollte beobachtet haben, dafs die Erscheinung dem grauen Staare vorangehe, und daher von einem Fehler in den äufsern Lagen der Krystalllinse herrühre. Purkinje [6] dagegen meint, die Flecken würden durch Blutkügelchen erzeugt, welche mikroskopisch sichtbar in der wässerigen Feuchtigkeit schwämmen, allein Demours [7] öffnete die Hornhaut einiger mit diesem Fehler behafteten Personen, und liefs die wässerige Feuchtigkeit auslaufen, ohne dass das Uebel dadurch geheilt wurde. Hiernach war er geneigt, die Ursache in der Morgagni'schen Flüssigkeit zu suchen, glaubte aber zugleich, die unbeweglichen Flecken seyen Vorboten des schwarzen Staares, wie die beweglichen des grauen. Neuere Beobachtungen [8] haben indefs ergeben, dafs auch übrigens gesunde Augen periodisch diesem Fehler unterliegen, und suchen die Ursache in allgemeiner Nervenaffection [9], Unthätigkeit oder Entzündung einzelner Theile der Retina, vielleicht in einem Drucke des Pigmentum nigrum oder der choroidea gegen die Retina liegt. Erscheinen die Gegenstände neben den schon

---

yeux. Par. 1723. J. Taylor Tractat von Augenkrankheiten. Frankf. 1761. Vogler praes. Beireis diss. de maculis ante oculos volitantibus. Helmstädt. 1795 Hellwag in Hufeland's Journ. 1821. Jan. S. 4

1 Anat. cerebri. cap. 21.

2 Opera med. practica. Franc. 1695.

3 Mém. de Par. 1760 Smith's Opt. p. 366.

4 Adversar anat. VI. Animadv. 75.

5 Traité de maladies de l'oeil. 12mo p. 281.

6 Beiträge u. s. w. S. 130.

7 Traité des Maladies des yeux. Par. 1818. III. 396. Journ. de Sciens. med. XXXVI. 475.

8 Ware in Medico chirurg. transact. 1814. V. Wardrop on the morbidanatomy of the huma eye. Lond. 1818. Vol. II.

9 Weller Diätetik u. s. w. S. 115. Beer Lehrbuch der Augenkrankheiten. II. 424. v. Walther in Journ. d. Chirurgie. Bd. I.

n nicht trübe, und ist die Pupille beweglich, so ist im n Falle kein anfangender grauer Staar und im letzteren chwarzer zu fürchten, vielmehr wird der Fehler durch ng des ganzen Körpers und des Nervensystems bald wie- heilt. Ganz neuerdings unterscheidet indefs Andreae [1] r ausführlichen Abhandlung über diesen Gegenstand meh- rten solcher Flecken, und hält einige derselben für Schat- rch undurchsichtige Körperchen in der Glasfeuchtigkeit t, welches aber aus optischen Gründen unzulässig ist [2], leitet er gleichfalls aus einem krankhaften Zustande der ab.

ne andere, etwas ähnliche und sehr gemeine Erschei- welche nicht unter die genannten Gesichtsfehler, und ıpt nicht zu dieser Classe gehört, vielmehr allen gesun- gen leicht eigen ist, verdient hier eine kurze Erwähnung. man nämlich das Auge, vorzüglich früh Morgens oder des gegen den hellen Himmel, ein Fenster oder die Licht- richtet, so scheinen feine, fast transparente Kügelchen, eine gebogene und verschlungene Streifen sich vor dem ı bewegen. Die Ursache hiervon liegt in nichts ande- ı in der Feuchtigkeit der Augen, wovon einzelne Theile der Hornhaut nach verschiedenen Richtungen ziehen, ;en etwas gereizte, daher die Thränenfeuchtigkeit stark rnde Augen am geneigtesten dazu sind.

eben so gemeiner, als interessanter, und für die Far- ie nicht unwichtiger, bisher nicht genugsam beachteter fehler [3] ist das *Unvermögen, gewisse Farben zu erken-* zu unterscheiden, und wo Fälle dieser Art bekannt gewor- , da hat man die Prüfung nicht vollkommen zweckmäfsig

---

urn. d. Chirurgie. Bd. VIII. 16 ff.

eil jeder einzelne Theil eines Objectivglases das ganze Bild hm befindlichen Gegenstandes giebt, so können einzelne dun- te in demselben keine dunkeln Flecken im Bilde geben. Man r einige Finger auf die Fläche eines grofsen Objectivglases ne diese oder dunkele Stellen wahrzunehmen. Es folgt die- n Wirkungen der Linsengläser und widerlegt alle Hypothesen, hen solche dunkele Stellen in den gesehenen Bildern aus un- igen Körperchen in dem übrigens klaren Auge abgeleitet werden. ırch Erkundigungen bei Bekannten erfährt man leicht Bei- dem, beim Zeichnen zufällig entdeckten Mangel des Ver- gewisse Farben zu unterscheiden.

mit hinlänglich kenntlichen einfachen Farben angestellt [1]. Die
Brüder HARRIS in Cumberland unterschieden sehr gut
Gestalt und Entfernung der Objecte, aber nicht ihre
Einer derselben wuſste zwar Schwarz von Weiſs, auch
Bänder von einfarbigen zu unterscheiden, konnte aber die
ben selbst bloſs durch Rathen bestimmen. Insbesondere
mochte er die rothe Farbe überhaupt, und insbesondere
von Grün zu unterscheiden, indem er namentlich die
Kirschen für Blätter hielt, wenn er ihre runde Gestalt
kannte. Eben dieses war der Fall mit einem gewissen
LARDO, welchem namentlich blaue und gelbe, rothe und
Farben identisch zu seyn schienen [2]. Einen sehr inter
Fall berichtet WHISSON [3]. Ein Mann, dessen Augen
gesund waren, auch Gröſse und Gestalt aller Körper in der
und Ferne genau unterschieden, kannte gar kein Grün
(*pink*) und Blaſsblau waren ihm eins, deſsgleichen
und Blau; Gelb und Blau erkannte er in allen Abstufen
les Purpur und tiefes Blau schwerer. Ein blaſsrothes
coloured) Kleid hielt er für völlig schwarz. Aehnl
achtungen und eine Theorie zur Erklärung dieser
hat GIROS v. GENTILLY bekannt gemacht [4]. Unter
führt er einen Apotheker M. in Straſsburg an, welcher
ben nur mit Mühe unterschied, wenn er sie neben einan
und zugleich Grün für Roth ansah. Zur Erklärung wird
men, daſs es nur drei Farben, und für jede eine beson
brane der Retina gebe, deren eine oder mehrere in ein
len unthätig seyn, und die Verwechselung veranlassen

Ein gewisser SCOTT hielt Roth und Grün für gle
rend er Gelb und Dunkelblau sehr leicht unterschied.
ter, sein mütterlicher Onkel, eine von seinen Schwe
ihre beiden Söhne hatten den nämlichen Fehler. Der
Chemiker DALTON kann Blaſsroth (*pink*) von Blau

1 Phil. Trans. LXVII. I. n. 14.

2 J. de Ph. XII. 86.

3 Phil. Tr. LXVIII. II. p. 611. J. d. Ph. a. a. O.

4 In einer unter dem angenommenen Namen G. P
geschriebenen, ins Französ. übers. Schrift: Theorie der
Gesichts. S. Lichtenberg Mag. I. 2. 57.

: nicht unterscheiden, im Regenbogen bemerkt er das Roth
icht, und das Ganze scheint ihm nur aus zwei Farben,
und Blau zu bestehen. HARVEY [1] berichtete der Societät
inbourgh von einem Falle, dafs ein 60 Jahre alter Mann
Weifs, Gelb und Grau unterscheiden konnte, Blau aber
wenn es hell war. Ein anderer noch junger Mann sah im
rum blofs Blau und Gelb, welches letztere er nicht von
e unterschied. Wurden alle Farben des Spectrums durch
ithliches Glas aufgefangen, aufser Roth und Dunkelgrün,
er blofs eine Farbe, die er gelb oder orange nannte;
: aber die Mitte des rothen Strahles durch ein blaues Glas
angen, so sah er einen schwarzen Streifen mit dem von
)genannten Gelb auf beiden Seiten [2].
)etaillirte Beschreibungen solcher Fehler liefern unter an-
fOHN BUTTERS, Physicus zu Plymouth [3]; R. TUCKER,
des Dr. TUCKER zu Ashburton, 19 J. alt, konnte die
1 nicht unterscheiden, wie man zuerst bemerkte, als er
rangefarbener Seide grüne nahm. Bei angestellter Probe
sich:

Roth verwechselte er mit Braun.

Orange mit Grün.

Gelb kannte er, verwechselte es aber zuweilen mit

Blau verwechselte er mit Blafsroth (*pink*).

Indigo und Violet mit Purpur. Weifs und Schwarz
hselte er selten, unterschied aber überhaupt nur drei
classen, welche umfafsten: 1. Roth und Braun; 2. Blau,
h, Indig, Violett und Purpur; 3. Grün und Orangefar-
)ie Schattirungen des Grün konnte er unterscheiden, aber
ht von Orange. Die Farben des Mondes und des Re-
ens schienen ihm gleich, jedoch fand er in beiden nur
rben, welche er Gelb und Blau nannte. Schwarze, weifse
be Körper unterschied er mit Sicherheit, die Schattirun-
1 Weifs aber nicht. Entengrün (*duck green*) war ihm
ıftgrün, orange. Uebrigens war sein Auge gesund, sah

:dinb. Phil. Trans. X. 253.
:dinb. Journ. of Science. VII. 85.
:dinb. Phil. Journ. XI. p. 135. Daraus Archiv für Physiol. von
:et. V. 260.

scharf, und unterschied die Formen der Körper in der Nähe und Ferne.

Einen ähnlichen Fall erzählt W. Nicholl [1]. Ein gesunder Knabe von eilf Jahren mit grauen Augen und einem gelben Ringe um die Pupille, erkennt keine Farbe aufser Grau, Dunkelgrün und Braun, und verwechselt jenes mit gewissen Arten von Braun. Hellgrün nennt er hellroth, gemeines Grün roth, Hellroth und Zinnoberfarbe hellblau. Durch ein Prisma konnte er nur drei Farben, Roth, Gelb und Purpur unterscheiden. Grüne Brillen, durch welche er sah, nannte er roth, und sagte, die Gegenstände durch dieselben betrachtet, hätten einen röthlichen Schein. Der Knabe hat vier Schwestern, welche vollkommen gut sehen, sein Grofsvater mütterlicher Seite hatte denselben Fehler, die Mutter und deren Schwestern nicht.

Ebenderselbe [2] beobachtete einen Mann von 40 Jahren, dessen Augen dieselbe Farbe als die des Knaben hatten, und einen etwas kleinen Pupille. Dieser konnte Grün von Roth gut als gar nicht unterscheiden. Scharlachroth erkannte er vollkommen, Dunkelgrün dagegen nannte er braun. Alle Abstufungen von Hellroth bis Purpur nannte er hellblau; Grasgrün wie lem Grün erschien ihm roth. Uebrigens sah er scharf und deutlich in die Ferne und bei wenigem Lichte.

Brandis [3] erzählt von sich selbst, dafs er Hellblau und Rosenroth nicht unterscheiden könne, Grün und Blau, Gelb und Roth zwar leicht verwechsle, dagegen Rothgelb und Grün in dunkeln Tinten, Blau und Roth in hellen gewöhnlich. Sein Neffe aber habe eine Seidenhandlung verlassen müssen, weil Himmelblau und Rosenroth nicht zu unterscheiden vermochte.

Am vollständigsten und aus vielen Beobachtungen [4] über den erwähnten Fehler betreffenden Resultate zusammengestellt von Wardrop [5]. Werden mehrere verschieden gefärbte Gegenstände zugleich vorgelegt, so nimmt der mit diesem Fehler

---

1 Medico-chir. Trans. VII. 477. Deutsches Archiv. a. a. O.

2 Med. chir. Trans. IX. 359. Deut. Archiv. V. 264.

3 v. Goethe zur Naturw. u. Morphologie. 1 Hft. 4. S. 257.

4 Noch mehrere Fälle S. Meckel Archiv für Phys. I. 138 u. of Phil. 1822. Febr. p. 128.

5 Essays on the morbid anatomy of the human eye. Lond. II. 196. Deutsch. Arch. V. 262.

ſtete, wohl eine Verschiedenheit zwischen den Farben wahr, jedoch nicht angeben, worin diese besteht, noch auch die lnen Farben, für sich gezeigt, unterscheiden. Gelb und erzeugt allerdings eine deutliche Vorstellung, und hierüber nie ein Irrthum statt, sie mögen einzeln oder unter andern legt werden, aber alle andere Farben erscheinen als Abän- gen dieser beiden. So sieht der mit diesem Fehler Behaf- m Spectrum blofs Gelb und Blau. Die verschiedenen Ar- on Grün unterscheidet er besonders schwer, und so auch , indem Zinnober und die verwandten Farben für Gelb, in und die ähnlichen für Blau gehalten werden, jedoch bei nlichte gleichfalls für Gelb. Der Fehler ist nicht bei allen iduen gleich stark, zuweilen erblich.

Fragt man nach der Ursache dieser Abnormität, so finde ie nirgend befriedigend angegeben. Th. Young erklärt lbe aus dem Mangel der für gewisse Farben gehörigen Fi- , Brewster aus einer Unempfindlichkeit derselben; Dal- glaubt, die rothen Strahlen würden durch die gläserne ıtigkeit verschluckt, welche er für blau gefärbt hält, War- dagegen will die Ursache in einer grofsen Reizbarkeit der a für die gelben und blauen Lichtstrahlen finden, was aber nicht genügt, so lange die Anwesenheit solcher für ein- Farbeneindrücke bestimmter Fibern und ihr Unterschied len einzelnen Theilen und den übrigen Zweigen des opti- Nervens, welche die Retina im Allgemeinen bilden, nicht ewiesen ist [1]. Nicholl nimmt eine Unfähigkeit der Re- gewisse Farben zu sehen, an, indem diese für jedes ein- prismatische Licht eine besondere Fähigkeit des Sehens soll [2], eine Erklärung, welche eigentlich nichts sagt, sie nicht mit der von Th. Young gegebenen zusammen- Brewster [3] scheint später der Meinung zu seyn, dafs hen eigentlich durch die Choroiden möglich werde, wie beweisen verspricht, ohne dafs ich Letzteres nachher als ch geschehen finden kann. Hiernach soll dann die bläu- efärbte Retina eine hervorstechende blaue Tingirung der Bil-

---

Wardrop. a. a. O.

Ann. of Phil. N. S. III. 128.

Edinb. Journ. of Science. VII. 86.

der bewirken, eine Hypothese, welche mir vor der Hand sehr kühn und wenig begründet scheint.

Dagegen möchte ich die Erklärung in einer Hypothese suchen, welche eben aus diesen und andern Erscheinungen ihre Begründung erhalten kann. Giebt es nämlich, jedoch blos in Beziehung auf die Thätigkeit des Sehnerven, nur zwei Farben mit ihren Gegensätzen, u. z. Blau mit dem ihm entgegengesetzten Gelb, und Roth mit dem entgegengesetzten Grün, das durch seine chemische Action und dieses durch seine erwärmende Kraft ausgezeichnet, worauf der Gegensatz zwischen Grün und Roth, Gelb und Blau bei den physiologischen Farben gleichfalls führt, und lassen sich alle andere Farben auf Verbindungen und Abstufungen dieser vier, einander rücksichtlich ihres physiologischen Einflusses auf das Auge entgegengesetzten zurückführen, so dürfen wir nur annehmen, die Nerven seien gegen die erwärmende Kraft des Lichtes mehr oder weniger empfindlich, um zu begreifen, dafs in allen vorkommenden Fällen blofs Gelb, als das meiste Licht gebend, völlig unterscheidbar erkannt wird, während alle andere Farben blofs als Grau hiergegen erscheinen; weswegen denn Grün und Roth nicht unterschieden, vielmehr mit Blau und Gelb verwechselt werden. Es geht dann nicht blofs aus den hier mitgetheilten Beobachtungen von dem Unvermögen so vieler Personen, Roth und Grün zu erkennen, sondern auch aus einer Menge anderweitiger Erfahrungen hervor, dafs das Auge gegen diese beiden Farben am wenigsten empfindlich ist. So erzählt J. Brewster[1], dafs das dem Spectrum, welches ein durch ein Prisma betrachtetes Kerzenlicht giebt, bei anhaltender Beobachtung derselben die übrigen Farben allmälig verschwinden, und blofs Gelb und Blau zurückbleiben, welches erstere mit überwiegender Intensität letzt fast in völliges Weifs übergeht. Ferner ist es bekannt, dafs Roth bei wenigem Lichte sehr dunkel erscheint, weswegen auch rothe Zimmer bei dem weniger starken Kerzenlichte dunkel und unangenehm aussehen, die grüne Farbe aber ihre Heimathümlichkeit verliert und mit Blau verwechselt wird.

Das *Sehen falscher Farben* (*Chrupsia, visus coloratus*) findet im krankhaften Zustande, z. B. bei der Gelb-

1 Edinb. Journ. of Science VI. 289.

und ist leichter zu erklären. Nach Boyle [1] sahen einst die
r Pest erkrankten an Kleidern und sonstigen Gegenständen
ibogenfarben, auch erscheinen bei heftigem Schrecken die
leicht grün oder blau. Die subjectiven Farben gehören
hierher.

)as *Sehen falscher Gestalten*, Lagen und Gröfsen der Ob-
(*Metamorphosia*, *visus defiguratus*) ist allezeit
eines krankhaften Zustandes des Auges, oder ganzen Kör-
Nach Lentin [2] sah ein Kranker alle Gegenstände zu
eine Beobachtung, welche genauer verfolgt zu werden
nt hätte, da die Gröfse der Dinge überhaupt nur relativ
AUVAGES [3] führt einen Fall an, dafs ein achtzigjähriger
eine Zeit lang alle Gegenstände krumm und nach einer
ängend sah, womit die Beobachtung Stoll's [4] überein-
, dessen Patient nach einer hitzigen Krankheit alle Ob-
chief vorwärts gekrümmt zu sehen behauptete. Am merk-
sten ist der von Sennert [5] erzählte Fall, dafs ein Leib-
Dresden, als er die Augen plötzlich in die Höhe richtete,
mgekehrt sah, welcher Fehler sich nach drei Monaten
ier abermaligen plötzlichen Erhebung der Augen wieder

as *Doppeltsehen* (*Diplopia*, *visus duplicatus*) ist
ewöhnlicher. Jeder Mensch mit gesunden Augen sieht
ünstlichen Schielen die Gegenstände doppelt, weil das
ite Verhältnifs der beiden Bilder in beiden Augen, ver-
essen man nur einfach sieht, verändert ist. Entsteht
partielle krankhafte Affectionen der Augenmuskeln eine
ürliche Bewegung der Augen, so hat dieses das Dop-
n zur Folge [6]. Indem ferner bei Kurzsichtigen die Ver-
g der Lichtstrahlen zum Bilde früher geschieht, als sie
haut erreichen, so müssen sie hinter diesem Puncte der

Exper. de coloribus. P. 1.

Observationum medic. fascic. I. Lips. 1764. 8.

Nosologia methodica emend. C. F. Daniel. Lips. 1790 — 97.
II. 190.

rationis medendi in Nosocomio pract. Vind. Part. III. Vienn.
80. 8. II. 14.

Medicinae pract. LL. VI. Witteb. 1628. 4. I. Cap. 3. Sect. 2.

Home in Phil. Tr. LXXXVII. 8.

Vereinigung wieder divergiren, weſswegen manche entfernte Gegenstände, auch mit einem Auge gesehen, doppelt erscheinen können, welche *diplopia remotorum* also nach La Hire nicht von der Gestalt der Krystalllinse herrühren kann [1]. Das Doppeltsehen mit einem Auge kann indeſs auch Folge einer durch Krankheit oder Verletzung entstandenen polyedrischen Gestalt der Hornhaut oder der Krystalllinse seyn, wie in den von La Hire [2], Haller [3], Beer [4], u. a. beobachteten Fällen des zwei-, drei- und vierfachen Sehens mit einem Auge, durch Facettirung der Hornhaut nach Geschwüren veranlaſst. Daſs eine doppelte Oeffnung des Sterns das Doppeltsehen veranlaſst habe, bezweifelt Richter [5]; doch erzählt Giano Regnellini [6] auffallend einen Fall dieser Art. In einigen Fällen ist das Doppeltsehen auch Folge von Hirnverletzungen, wie aus einer Beobachtung dieser Art durch Larrey [7] hervorgeht. Wenn dann jedes Auge doppelt sieht, und die verlängerten Axen beider Augen sich nicht im Objecte schneiden, so kann hieraus ein vierfaches Sehen folgen, wovon aber nur wenige Beispiele bekannt sind [8]. Zählt man also alle die verschiedenen krankhaften Affectionen des Auges einzeln aufzählt, welche den Fehler des mehrfachen Sehens veranlassen können, so ist ihre Zahl sehr groſs, welche auch Sauvages [9] zehn Varietäten desselben aufzählt, und Arnold [10], Klinker [11] und Haller [12] eine Menge Fälle dieser erwähnen [13].

---

1 Accidens de la vue. p. 352. Mém. de l'Ac. IX. 361.

2 Mém. de. l'Ac. IX. 364.

3 Elem. Phys. V. 485.

4 Lehre von d. Augenkrankheiten. II. 31.

5 Anfangsgr. d. Wundarzn. II. 31.

6 Osservazioni sopra alcuni casi rari medici e chirurgici. Ven. 1764. 4. p. 85.

7 Leroux Journ. de Médecine 1817. p. 456.

8 Eins ist erzählt in Hufeland's Journ. f. prakt. Heilk. XV.

9 Nosol. I. 193.

10 Dissert. de visu duplic. Argent. 1746. 4.

11 Diss. de Diplopia. Gott. 1774. 4.

12 Elem. Phys. V. 485.

13 Eine eigene Art des Doppeltsehens, welches bei vollkommen gesunden Augen dadurch entsteht, daſs in einem jeden ein ver-

Zur *Pseudoblepsis* mufs endlich noch eine sehr gemeine, a gleich von keinem krankhaften Zustande der Augen her-ende Erscheinung gerechnet werden, nämlich das Sehen von llen, welche beim Anblicke eines Kerzenlichtes nach allen n, vorzüglich aufwärts und unterwärts, aus demselben zu en scheinen, sobald man die Augenlieder etwas schliefst, die Lichtstrahlen beim sogenannten Blinzeln. Nach ver-denen älteren Versuchen [1], dieses Phänomen zu erklären, te Vieth [2] anfangs, die Ursache liege in einem Drucke der nlieder gegen das Auge und somit gegen die Krystalllinse, Lamellen dadurch gleichsam streifig aus einander gingen, ein Glas, wenn man durch Wischen mit schweifsigen Fin-Streifen auf demselben hervorbringt, ähnliche Strahlen zeigt. s [3] wandte dagegen ein, dafs ein noch stärkerer mechani-Druck kein Phänomen dieser Art bewirkt, sobald die Au-der in die Höhe gehoben sind, und sieht daher diese len für Folgen des Lichtes an, welches von den glatten und nden Augenwimpern reflectirt ins Auge fällt. Hierbei er-n die unteren Wimpern die oberen Strahlen, die oberen teren, und ein leichter Versuch zeigt seiner Meinung nach, erade diejenigen Strahlen wegfallen, welche diesen Augen-n zugehören, wenn man eins derselben allein aufhebt. Es lann von selbst, dafs die oberen Strahlen von den unteren ern gebildet werden müssen, und umgekehrt, indem die n aufwärts ins Auge reflectirt werden, die letzteren un-ts, wonach vermöge der Umkehrung des Bildes, sie in tgegengesetzte Richtung versetzt werden.

Dieser Erklärung steht indefs entgegen: 1, dafs die unte-ugenwimpern verschwindend klein sind gegen die oberen, er glänzend und oft fast ganz fehlend, ohngeachtet die oberen n gleich grofs und hell gesehen werden, als die unteren; die Strahlen auch dann nicht aufhören, wenn die Wim-

---

s Objectes erzeugt wird, kann erst später bei der Untersu-der Frage erörtert werden, ob wir mit beiden Augen zugleich, lezeit nur mit einem allein sehen.

[1] Priestley Gesch. d. Opt. d. Ueb. S. 189, Smith Optik von S. 371. Vergl. Vieth bei G. XIX. 187.

[2] Vermischte Schriften Bd. I.

[3] Voigt Mag. IX. 97. X. 495.

pern zufällig verbrannt sind, wie zuweilen durch Unvorsichtigkeit geschieht, oder wenn man sie nach Vieth's [1] Angabe mit einem Streifen Papier bedeckt; 3. dafs die Richtung der oberen Wimpern meistens zu sehr herabwärts ist, um durch Reflection Bild ins Auge zu werfen; 4. dafs endlich durch eine solche Reflection viele kleine strahlige Bilder der Lichtflamme entstehen müfsten, statt der breiten und gleichmäfsig nach unten und oben divergirenden Strahlen, welche vom Lichte ausfahren. Weit zulässiger ist daher die Annahme, dafs diese Strahlen durch den glänzenden, und durch ihre stete Feuchtigkeit spiegelnden Rändern der Augenlieder reflectirte Licht sind, welche den optischen Gesetzen gemäfs nach unten und oben divergiren müssen, indem die unteren Ränder die oberen hervorbringen und umgekehrt [2]. Die gebogenen, nicht völlig ebenen Ränder bringen dann die breiten Strahlen hervor und auch die seitwärts divergirenden.

Ganz diesen ähnlich sind die breiten Lichtflächen, welche auf gleiche Weise nach oben und unten divergirend wahrgenommen werden, wenn man mit blinzelnden Augen ein helles Fenster betrachtet, deren Ursache Kries richtig in dem von den Augenrändern reflectirten Lichte findet.

Ein ganz eigener kakochemischer Zustand der Augen mufs derjenige gewesen seyn, welcher sich bei einer Nonne, Ardine Mirault in Flandern und einem gewissen Diaz in Spanien gefunden haben soll, deren Brillen in wenigen Minuten im Umfange des Sterns durch tiefe Risse zerkratzt waren und verblindeten, welches nicht anders als aus verdünnter Flufsäure erklärt werden könnte. So genau und anschaulich wahrhaft das Phänomen indefs erzählt ist [3], so würde doch keine Säure, auch nicht Flufssäure, die Beschädigung mit tiefen, schlängelten, allerlei Figuren bildenden Rissen erzeugen, die nicht blofs auf die Mitte beider Seiten der Gläser wirken, ohne von der sehr zerstörenden Wirksamkeit der freien Flufssäure die feinen menschlichen Häute, welche sie doch, aus der

1 Voigt's Mag. IX. 413. G. XXII. 102.

2 Vollständig erläutert durch Vieth bei G. XIX. 127 f. S. 871.

3 Lichtenberg Mag. V. I. 116. vergl. Journ. histor. et phil. N. 14. p. 42.

end, gegen die Conjunctiva gleichfalls äufsern müfste. actum ist daher stets noch zweifelhaft, oder vielmehr höchst rscheinlich.

Die Wichtigkeit des Gebrauches der Augen und die Zart- erselben fordern die gröfste Vorsicht zur Schonung und Er- g derselben [1]. Einige der wichtigsten und am häufigsten dbaren Regeln sind folgende. Der Aufenthalt im Dun- t an sich nicht schädlich, wohl aber eine künstliche Dun- am Tage mit grellem, durch Ritzen schimmerndem Lichte, chen der plötzliche Uebergang aus der Dunkelkeit zur Helligkeit. Anhaltende Dunkelheit aber schwächt das und der Lichteindruck darf nur vom entzündeten und n durch einen Schirm abgehalten werden, weniger der rten Hitze wegen, durch einen Verband. Zu grofse haltende Helle überreizt das Auge, und erzeugt Entzün- Das Lesen in der Dämmerung schwächt, wenn es zu Anstrengung erfordert, ist jedoch weit weniger gefährlich, che glauben, und steht rücksichtlich seines schädlichen es dem Eindrucke des zu starken Lichtes bei weitem enn ein entzündetes oder schwaches Auge erträgt selbst den k des Kerzenlichtes und die Anstrengung bei demselben Anhaltendes Sehen glänzender Gegenstände überhaupt, r Eindruck des hellen Tags- oder gar Sonnenlichtes wachen oder gleich nachher ist schädlich, auch sind rothe , so wie rothe und blendend weifse Vorhänge vor den beim Sonnenscheine leicht angreifend, grüne Vorhänge und überhaupt der Anblick der Gegenstände im frischen d in der Regel wohlthätig. Frühes und öfteres Wa- it kaltem Wasser, überhaupt Nässe, wirkt leicht nach- und kaltes Wasser darf nur bei Verletzungen zur Ab- einer drohenden Entzündung angewandt werden, ist letzterem Falle, anhaltend gebraucht, vom gröfsten Dagegen waschen manche Personen mit gutem Erfolge

---

an findet diesen Gegenstand abgehandelt von Lichtenberg in chenb. 1791. Büsch Erfahrungen Bd. II. Hamb. 1791. Büsch tenberg über einige wichtige Pflichten gegen die Augen, mit gen von S. Th. Sömmerring. Frkf. 1794. 8. Diätetik für ge- l schwache Augen u. s. w. von C. H. Weller. Berl. 1821. 8. ller a. a. O. S. 105.

ihre reizbaren Augen am Morgen mit sehr warmem Wasser, w
bei aber für hinlängliches Abtrocknen und Vermeidung eines
mittelbar folgenden Eindruckes der kalten Luft gesorgt wer
muſs.

Am zuträglichsten für die Augen ist gleichmäſsiges, m
zu helles Licht, desgleichen die Verringerung einer zu gr
Differenz zwischen der Stärke des Lichts und der Dunkel
denen das Auge bei nothwendigen Geschäften ausgesetzt w
muſs. Lichtschirme, welche durch Reflection zu viele
auf die gesehenen Gegenstände werfen, und zugleich da
mer zu sehr verdunkeln, sind daher schädlich. Wen
aber das Licht mäſsigt, so sind sie zuträglicher, als fre
zenlicht, weil der Reiz desselben überhaupt stärker, m
Abstand seiner Helligkeit von der Finsternis der dun
Stellen des Zimmers noch gröſser ist, als beim Gebrauch
Schirme. Büsch, Weller u. a. empfehlen daher m
die kleinen Schirme von grünem Taffent, welche ohne n
Verdunkelung den Anblick der grellen Lichtflamme m
Das blendende Licht der Argand'schen Lampen, so wie
leuchtete Säle sind sehr nachtheilig und müssen bei sehr
ren Augen gänzlich vermieden werden, wenn man sie
durch einen geeigneten Schirm gegen den Einfluſs
schützen kann.

Das gesammte, von den gesehenen Objecten aus
in das Auge fallende Licht bildet eine Pyramide, oder e
gel, dessen Basis auf dem Objecte ruhet, die fast vollk
Spitze aber in der Krystalllinse, von wo aus dasselbe
der verbreitend auf der Retina zum Bilde wird. Nim
die äuſsersten Grenzen dieses Lichtkegels, oder zieht
den Grenzen des gesehenen Objectes gerade Linien, wel
in der Krystalllinse schneiden, so erhält man den Seh
Gesichtswinkel, optischen Winkel; angulus optic
sorius; angle optique, angle visuel; *visual*
angle, unter welchem das Object erscheint. Es liege
Fig. 218. S der Linie MN in der Axe des Auges, die Lichtstrahlen
N n gehen durch die Mitte der Linse, also ungebroch
dieselbe, und erreichen die Retina in m und n, wo
der Vereinigungspunct aller übrigen, von den Puncten N
ausgehenden Lichtstrahlen, mithin die Erzeugung des

det, so folgt, dafs die Gröfse m n, oder die Gröfse des Bildes
fse des Objectes M N directe und seiner Entfernung umge-
roportional ist, bis zu derjenigen Grenze, wo die Linie M N
s wird, als dafs ihr Bild ganz vom Auge umfafst werden
oder zu klein, als dafs überhaupt ein Bild statt finde. Die
chung der ersteren Gröfse führt auf die Bestimmung des
sfeldes beim Auge, welche zwar nicht scharf seyn kann,
nan nur diejenigen Objecte deutlich sieht, welche in der
xe und nahe bei derselben liegen, mit abnehmender
hkeit aber auch die seitwärts liegenden. Man nimmt an,
Auge ein Feld übersehe, welches zwischen den Schen-
nes rechten Winkels liegt, oder dafs der Halbmesser des
sfeldes die Tangente eines Winkels von 45°, nach an-
ohl richtiger von 48° sey, weil mehr divergirende Strah-
der Hornhaut reflectirt werden, und somit gar nicht ins
elangen. Indefs ist die Gröfse bei verschiedenen Augen
gleich. Die Bewegung der Augenaxe aber beträgt nach
ite 55°, und hiernach ist also die Gröfse des Gesichtsfel-
liesem Sinne = 110° nach Th. Young [1].

eit schwieriger ist die Frage, bei welchem Gesichtswin-
Gegenstände unsichtbar werden, oder welcher der kleinst-
e ist, indem es hierbei nicht blofs auf die jedesmalige
fenheit des Auges, sondern insbesondere auch auf den
r Erleuchtung ankommt. Sehr hell und scharf leuch-
örper verschwinden nicht, wenn ihr optischer Winkel
merklich klein ist, wie die Fixsterne beweisen. Nach
ist ein Gegenstand, welcher bei Tage in einer 3436 mal
n Entfernung, als sein Durchmesser beträgt, gesehen
ei Nacht in einer hundertmal gröfseren Entfernung noch
, wenn er die nämliche Helligkeit behält. Daher ist
htflamme bei Nacht in grofser Entfernung, und es sind
nenstäubchen nur im verschieden erhellten Zimmer sicht-
ie Schwächung des Lichtes beim Durchgange durch die
rdunkelt die Bilder der Gegenstände im Horizonte, und
ügel, welche des Morgens oder nach einem Regen bei
tmosphäre sichtbar sind, verschwinden bei Tage durch
ste; und auch auf hohen Bergen sieht man viel weiter
rer, als in der Ebene. Als ohngefähres Mittel der Be-

[1] Phil. Tr. XCI. 45. Vergl. *Gesichtsfeld.*

stimmung mag Folgendes dienen. Herschel fand mit 645
cher Vergrösserung den Durchmesser der Wega = 0″,355. W
men wir dieses als genähertes Mafs für einen der grösten
erster Grösse an, setzen ferner die Vergrösserung des Du
messers = 18, also den wirklichen Durchmesser in gen
Werthe = 0,02 Secunde, und setzen wir ferner voraus,
sich unter den kleinsten, mit den schärfsten bloßen Aug
baren Sternen, nämlich der zehnten Grösse, gleich gro
helle, jedoch der zehnfachen Entfernung wegen schein
eben so viel kleinere Sterne befinden, so würden diese
leuchtenden Sonnen bei einem kleineren Winkel als 0,0
verschwinden, und dieser wäre sonach der kleinste
Winkel für stark selbstleuchtende Körper [1], abgesehen v
unbestimmten Schwächung des Lichtes beim Durchdring
terer Räume. Inzwischen erzeugen die Fixsterne
kein eigentliches Bild, sondern bringen einen bloßen
auf der Retina hervor, wobei noch außerdem die, ihr
grösernde, Irradiation in Betrachtung kommt.

Soll dagegen im Auge ein wirkliches und mefsba
erzeugt werden, so darf der optische Winkel auch bei
leuchtung schwerlich kleiner seyn, als 30″. Dr. H
streitet daher Hevel's Methode, die Winkel am Him
Fernröhre zu messen, und behauptet, dafs Gegenstände
nem kleineren Winkel als eine Minute dem Auge ver
den, obgleich es nach ihm Menschen giebt, welche bei
Schärfe des Gesichts Gegenstände noch bei einem W
20″ unterscheiden können [3]. Smith [4] und Courtivron
gern aus Versuchen, dafs ein schwarzer Fleck auf
Grunde oder ein weifser auf schwarzem verschwinde, w
Durchmesser kleiner werde als 40″ oder sein Abstand 5
gröfser sey, als sein Durchmesser. Ersterer berechnet
Fig. 219. Grösse m n = $\frac{1}{3000}$ stel Zoll, und nennt diesen Ra

1 Vergl. Olbers in Astron. Jahrb. 1826. S. 110.

2 Animadvers. in partem prim. mach. coel. Hevelii.

3 Birch History of the Royal Soc. III. 120.

4 Optik. S. 29.

5 Mém. de Par. 1752. p. 200.

lichen Punct der Retina, Gehler [1] eine einzelne Ner-
ze; allein die erstere Vorstellung steht im Widerspruche
n Lichtreize, welchen die Fixsterne hervorbringen kön-
tztere hiermit und mit der Möglichkeit, dafs auf einem
ende von gröfserer Ausdehnung ein willkürlich kleines
npfindung erzeugen könnte. Jurin [2] hat bei diesen Un-
ungen vorzüglich auf den Grad der Erleuchtung Rück-
nommen. Er bemerkt, dafs Fixsterne von weniger als
winkel dennoch wahrgenommen werden, weil ihr Bild (?)
breite, dafs Striche auf gröfsere Entfernung als Puncte,
gere auf gröfsere Weiten als kürzere sichtbar sind, weil
ihnen reflectirte Licht mehr Nerven rührt. Er konnte
inen Silberdraht von $\frac{1}{315}$ stel Zoll Dicke auf weifsem Pa-
ter einem Gesichtswinkel von 3″,5 und einen seidenen
nter 2″,5 sehen. Auch nach Adams ist eine lange
weiter sichtbar, als ein Quadrat, dessen Seite dem Durch-
lerselben gleich ist. Oft werden Gegenstände erst durch
wegung sichtbar, z. B. kleine Sterne im Fernrohre.
haltreiche Untersuchungen über diesen Gegenstand hat
er [3] angestellt, und aus Versuchen 34″ als kleinsten Seh-
ür einen schwarzen Fleck auf sehr weifsem Papiere ge-
Schwarze Striche mit Zwischenräumen von gröfserer
als sie selbst, waren auf weitere Entfernungen kenntlich,
gleichen oder kleineren. Bugge's Versuche stimmen
nahe überein. Eine weifse Kreisfläche von 1 dec. Zoll
esser im Mittelpuncte einer schwarzen Scheibe von 1F.
esser war im hellen Sonnenlichte Personen von unge-
n gutem Gesichte noch in 5000 Z. Entfernung sichtbar,
einen Sehwinkel von 41″ giebt; Personen von gewöhn-
m Gesichte aber noch in 4000 Z. Entfernung, also bei
esichtswinkel von 52″. Aus einer grofsen Reihe von
en kann man bei mäfsigem Sonnenschein den kleinsten
el auf 1′, bei dunkelm Wetter auf 2′ setzen [4], u. z.

örterb. IV. 32. Aehnliche Vorstellungen findet man bei Por-
Monro, Clifford u. a. S. Haller El. Phys. V. 4.
nith. Opt. S. 502.
per. circa Visus aciem. Com. Soc. Gott. IV. 97.
neoretisch-praktische Anleitung zum Feldmessen u. s. w. A.
on Tobiesen. Alt. 1807. S. 59 u. 60.

Letzteres nur dann, wenn sehr kleine, hinlänglich erleuch
Gegenstände sich in der Weite des deutlichen Sehens befin
Einzelne Gegenstände bleiben auf gröſsere Weiten sichtbar
gleich groſse Zwischenräume zwischen ihnen, u. z. nimmt
innerhalb der Grenze des deutlichen Sehens den Sehwinkel
die letzteren um 0,25 gröſser an, als für die ersteren, auſser
dieser Grenze aber wird der Unterschied noch beträchtl
weil die Zerstreuungskreise die Bilder der Gegenstände v
ſsern, der Zwischenräume dagegen verkleinern.

Auſser dem Grade der Beleuchtung kommen indeſs noch
Bedingungen bei der Bestimmung des kleinstmöglichen op
Winkels in Betrachtung. Vorzüglich wird das Auge kleine G
stände in groſser Nähe unter einem viel kleineren Gesich
wahrnehmen, als groſse in weiterer Entfernung, wie schon
Abnahme der Lichtstärke an sich und durch den Verlust
ben beim Durchgange durch die Luft folgt. Ist aber
sehr durchsichtig, wie z. B. auf den höchsten Bergen,
ein mäſsig stark erleuchteter Gegenstand nach v. Hum
Beobachtungen noch unter einem kleineren Gesichtsw
13″ sichtbar. Ist ferner bloſs vom Sehen, und nicht
vom Erkennen des Gesehenen die Rede, so sind kle
gen vieles Licht gehaltene Gegenstände innerhalb der
deutlichen Sehens bis zu einem verschwindenden optisch
kel sichtbar. Nach Leuwenhoek geben 18000 Spinne
Dicke eines Barthaares. Man wird sich daher von de
heit nicht sehr entfernen, wenn man annimmt, daſs
feinen Spinnefäden in optischen Werkzeugen zehn
Durchmesser der gleichfalls in dieselben wohl eingezog
berfäden gehen, deren Diameter nach Messungen
Lin. beträgt[2]. Solche Spinnenfäden, in einer Entfern
10 Z. sichtbar, haben einen optischen Winkel von 4
wenn man annimmt, daſs ein scharfes Auge einen
5 F. Entfernung sieht, so betrüge der optische Winkel
welches also die obige Angabe von Jurin noch beträchtl
steigt. Hiermit stimmt dasjenige überein, was v. Ba
einigen seiner Zuhörer anführt, nämlich daſs sie ein Ha

1 G. XXIV. 15.
2 Gilb. Ann. LXXI. 423.
3 Vorles. über Anthropologie I. §. 153. Aus Fries Natur

ırk in 28 F. Entfernung sehen konnten, also bei einem
ɛn Winkel von 1 Sec. Allein blofs bei selbstleuchtenden,
rch vieles Licht begrenzten Objecten ist ein so kleiner Seh-
möglich, und es bleibt dabei fraglich, ob das Wahr-
so dünner Fäden ein eigentliches Sehen vermittelst ei-
ugten Bildes und nicht vielmehr eine blofse Wahrneh-
er Unterbrechung des freien Lichtes vermittelst eines
ıs auf der Retina ist, wobei noch obendrein die Wir-
ır Inflection in Betrachtung kommt; bei mittlerer Be-
g und mittlerer Durchsichtigkeit der Luft verschwinden
Fufs, etwa 10 bis 100 F. entfernte Gegenstände, wenn
ıche Winkel 40″, entferntere in einem Abstande von 100
) F., wenn er eine Minute nicht erreicht, und für noch
Entfernungen ist die Bestimmung überhaupt sehr un-
Zuerst werden in gröfseren Entfernungen die Formen
ıer nicht genau unterschieden, und kleine Gegenstände
nden ganz, als Blätter der Bäume, Reiser, Aehren
Wälder und Kornfelder zeigen sich in der Ferne als
nhängende Massen, parallele Reihen von Bäumen schei-
nicht blofs zu nähern, sondern der Zwischenraum ver-
t zuletzt ganz. Eine Allee, über 5000 mal so lang als
ıeint am Ende geschlossen, weil der Abstand der letz-
ıe nur 40″ im Bogen beträgt.

ɛüglich wird endlich die mögliche Weite des Sehens
ɛh die *Gesichtsschärfe* der einzelnen Individuen be-
ı dieser Hinsicht unterscheiden sich sehr die wilden
von den cultivirten Europäern, indem jene oft mit blo-
en weiter sehen, als diese durch Taschenfernröhre.
von unglaublicher Schärfe des Gesichts (und auch des
ei den Canadensern und den nordamericanischen Wil-
ıaupt erzählen namentlich Carver [1], bei den Charruas
wilden Bewohnern Südamerica's Azara [2], bei den
ɛn Barrow [3] und andere Reisende.

u gesehen wird nur derjenige Gegenstand, auf wel-
\xe eines oder die convergirenden Axen beider Augen

ɛen durch die innern Gegenden von Nordamerica A. d. E.
). 8. 209.

ages dans l'Amérique mérid. T. II.

ɛ. in d. Innere von Südafrica. Leipz. 1801. 8. 452.

gerichtet sind. Im ersten Momente der Richtung beider Aug
axen sieht man indefs nicht blofs dasjenige Object, in wel
beide verlängert sich schneiden, sondern auch die seitwä
genden, deren Bilder daher seitwärts von dieser Axe in
fallen, wobei aber ganz eigenthümliche und höchst merkwü
Modificationen in Betrachtung kommen, welche hauptsä
J. Brewster genau untersucht hat [1]. Fixirt man nun
Object, welches hiernach also *direct* gesehen wird, so
schwinden die seitwärts davon liegenden, *indirect* gese
allmälig, insbesondere schmale weifse Streifen auf sch
oder schwarze auf weifsem Grunde. Ist das indirect
Object in gleicher Entfernung und selbstleuchtend, z. B.
Kerze, so verschwindet es nicht ganz, erhält aber ein
Hülle mit einem blauen Streifen in der Mitte; werden
Lichter durch ein Prisma besehen, so verschwindet
und grüne Licht aus dem indirecten Bilde, und es bl
Gelb mit einer Umgebung von Blau. Wird ein Gegen
haltend bei schwachem Lichte fixirt, so bringt dieses
Eindrucke des zu starken Lichtes nahe kommende
hervor, so dafs der Gegenstand endlich ganz ver
Dieses erklärt sich nicht blofs daraus, dafs die Ner
Eindrücke von anhaltender Dauer abgestumpft wer
dern auch aus der Ermüdung des Auges in der Adjus
diejenige Entfernung, worin sich der Gegenstand befinde
ster macht hiervon zwei interessante Anwendungen.
nämlich wird hieraus erklärlich, warum namentlich b
nicht blofs anhaltend fixirte entlegene Objecte abwech
schwinden, sondern auch gleichzeitig indirect gesehene
manche Erzählungen von abwechselnd erschienenen u
verschwundenen Gestalten beruhen mögen, andern
hieraus der Grund hervor, warum nach der Beobac
Astronomen [2] sehr schwach leuchtende Sterne durch di
trachtung nicht genau gesehen werden können, wohl a
rect, wenn das Auge auf einen in der Nähe befindlich
ren gerichtet ist. Brewster räth statt dessen, solche

1 Edinb. Journ. of Science VI. 288. Versuche dieser
ich für meine Augen so angreifend, dafs ich es aufgeben m
nachzumachen.

2 Phil. Trans. 1824. III. 15.

tende Sterne direct zu betrachten, indem man das Ocular
ernrohrs etwas aus dem Focus des Objectivglases rückt, um
ines Lichtpunctes einen kleinen Kreis divergirender Licht-
en zu erhalten, oder das Auge durch Betrachtung näherer
te hierfür zu adjüstiren und dann den schwach leuchtenden
zu beobachten.

wie fern der Sehwinkel dazu diene, das Urtheil über
öfse und die Entfernung der Gegenstände zu bestimmen,
olgende Betrachtung. Trifft die verlängerte Axe des Au-
OS die Mitte des Gegenstandes, und steht auf seinem wah- Fig.
rchmesser MN, welcher zugleich als das Mafs seiner wah- 218.
öfse dienen kann, normal, so ist $2\,\text{Tang.}\,\frac{1}{2}\,O = \frac{MN}{OS}$.

lso die Tangente des Sehwinkels dem Durchmesser, oder
hren Gröfse des Objectes directe, der Entfernung aber
hrt proportional, oder aber die Tangente des Sehwinkels
it der wirklichen Gröfse der Objecte wachsen, mit ihrer
ung aber abnehmen. Bei kleinen Winkeln kann man
erklichen Fehler statt Tangenten die Winkel oder ihre
elbst nehmen, und also sagen, *dafs die Gröfse des op-
Winkels der Gröfse des Objectes directe, seiner Ent-
aber umgekehrt proportional sey.* Indem ferner

$$MN = 2\,\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\,O \times OS$$

$$OS = \frac{MN}{2}\,\text{Cot.}\,\tfrac{1}{2}\,O,$$

n der Sehwinkel, die wahre Gröfse und die Entfernung
aus den andern gefunden werden. Fällt die Augenaxe
mal auf den Durchmesser des Objectes, so könnten die
nen Gröfsen auch im schiefwinklichen Dreieck berech-
en, leichter aber ist es, und hinlänglich genau, wenn
dem Sinus des Neigungswinkels = I, welchen der
sser des Objectes mit der Augenaxe macht, multipli-
, woraus: 1. *für den optischen Winkel*, 2. *für die
s Objectes* und 3. *für die Entfernung desselben* fol-
meln entstehen.

$$2\,\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\,O = \frac{MN \cdot \text{Sin. I}}{OS}$$

$$MN = \frac{2\,\text{Tang.}\,\frac{1}{2}\,O \times OS}{\text{Sin. I}}$$

$$OS = \frac{MN. \sin. I}{2 \operatorname{Tang.} \frac{1}{2} \Omega}$$

Ganz auf gleiche Weise ist für das Bild im Auge m'n = 2n(Tang. ½ O. Es existirt somit ein nothwendiges Verhältnis zw schen der Gröfse und Entfernung des Objectes und der Grö des Bildes, und zwar so, dafs bei gleicher Entfernung verse dener Gegenstände die Gröfse der durch sie erzeugten Bilder rer wirklichen Gröfse direct, bei gleicher wirklicher Gröfse u der Entfernung umgekehrt proportional ist. Indem aber zwei unbekannte Gröfsen vorhanden sind, welche einan wechselseitig bedingen, so ergiebt sich schon hieraus, dafs Vorstellung weder von der einen noch von der andern au den blofsen Eindruck unmittelbar gegeben seyn kann, sond dafs ein Urtheil hinzukommen mufs, welches die eine best um die andere zu finden. Eben deswegen aber sind weder Gröfse noch die Entfernung stets wirklich, sondern nur sch *bar*, und werden auch so genannt.

Indem die Gröfse des optischen Winkels zur Bestim der Gröfse eines Objectes unentbehrlich ist, die wirkliche stimmung derselben aber nur dann geben kann, wenn a die Entfernung bekannt ist, so sollte man diesen Winkel die *scheinbare Gröfse* (*magnitudo apparens*, gr apparente) nennen. Indefs scheinen dem Auge nicht al genstände gleich grofs, bei denen dieser Winkel gleich g sich am auffallendsten bei der Sonne und dem Mond wenn sie im Zenith und im Horizonte gesehen werden, der optische Winkel derselben in beiden Fällen gleich gr sie daher auch durch ein Fernrohr oder eine blofse Röhr hen, gleich grofs erscheinen, nicht aber mit unbewa Auge. Weil der Mensch aber, durch lange Uebung ge und daher ohne sich dessen bewufst zu seyn, allezeit die und Entfernung zugleich bestimmt, so mufs das Urthei die Gröfse unrichtig seyn, wenn die Entfernung nicht rich stimmt ist, und so nennen wir denn die durch Vergleichu der erhaltene Vorstellung von der Gröfse eines Objectes g falls und in der Regel die *scheinbare Gröfse*.

Kennen wir die wahre Gröfse eines Objectes genau, dert die verschiedene Entfernung unsere Vorstellung nicht auf 40 F. entfernter erwachsener Mensch erscheint uns

in Kind in der Entfernung von 4 F. und doch ist der erstere chtswinkel mehrmal kleiner, als der letztere. Ist uns aber vahre Gröfse unbekannt, so messen wir dieselbe bei gleich-endem optischen Winkel nach der Entfernung, und wer-getäuscht, wenn wir diese unrichtig schätzen. Wenn z. B. ernrohr den Durchmesser 20 mal, mithin die Fläche 400 mal öfsert, so glauben wir die Himmelskörper viel gröfser se-n müssen, als sie uns deswegen wirklich erscheinen, weil ugleich viel näher gebracht werden, und eben daher kommt lafs die verschiedenen Beobachter die Gröfse des Jupiters ganz ungleich bezeichnen, indem einige ihn mit einem n, andere mit einem Groschen vergleichen, je nachdem s dunkele Gesichtsfeld, worin er sich befindet, weiter oder setzen. Eben daher scheinen uns Sonne und Mond im onte gröfser, weil wir sie dunkler und weiter hinter ferne stände setzen[1], und die Höhenwinkel werden in der Regel ch geschätzt, weil uns die unteren 45° des Quadranten als die oberen scheinen, auch erscheint uns aus gleichen en das Himmelsgewölbe als eine im Zenith abgeplattete läche. Die Sehne eines Kreises erscheint einem im Um-lesselben befindlichen Auge allezeit unter dem nämlichen l, weil alle Winkel an der Peripherie, welche diese Sehne annen, einander gleich sind, und der optische Winkel ist iberall gleich. Man glaubt, dafs die Amphitheater der ıach dieser Regel gebauet sind.

ıfangs war man der, aus Kepler's Erklärung der Func-des Auges folgenden Meinung, die scheinbare Gröfse der werde blofs durch die Gröfse des optischen Winkels be-, wie vorzüglich Taoquet mit vielen praktischen An-ıgen demonstrirte. Malebranche dagegen erwies, dafs e scheinbare Entfernung zu dieser Bestimmung erforder-r. Die frühere Meinung erhielt indefs wieder starkes wicht durch Varignon[2], indem er die Curve be-, in welcher Bäume einer Allee gepflanzt seyn müfsten, Ende aus gesehen gleiche Entfernung zu zeigen. Bou-vertheidigte mit triftigen Gründen die richtige Meinung

---

[1] ergl. *Augentäuschungen* weiter unten.
[2] ém. de l'Acad. 1717.
ém. de l'Acad. 1755. p. 99.

Malebranche's, welche seitdem auch allgemein angenommen wird.

Bei der Bestimmung des Urtheils über die wirkliche Grö eines Objectes durch die scheinbare desselben, kommt also Entfernung vorzüglich in Betrachtung, und indem auch die wiederum durch die Gröfse bestimmt wird, so giebt es gleichfalls eine scheinbare Entfernung. Die *scheinbare Entfernung* der *scheinbare Abstand* (*distantia apparens*; distance apparente) bezeichnet zuerst denjenigen Winkel, welchen aus dem Centrum des Auges nach zwei entfernten Gegenstä gezogenen Linien mit einander bilden. In dieser Bedeutung des Wortes reden wir von der scheinbaren Entfernung zweier Sterne oder zweier weit entlegener irdischer Objecte. Aus dem scheinbaren Abstande pflegen wir zwar auf den wirklichen Abstand beider Objecte zu schliefsen, allein mit sehr geringer Richtigkeit, weil die Winkel, welche eine, diese beide mit einander verbindende Linie mit den vom Auge nach denselben gezogenen Linien macht, und die man bei unbekannter Entfernung der Objecte für gleich hält, nicht durch blofse Beobachtung gegeben sind. Es werden uns daher die beiden Sterne eines Doppelsternes und zwei entlegene Kirchthürme einander nahe scheinen, obgleich sie sehr weit von einander liegen, in anderen aber irdische Objecte, welche mit dem Auge ein gleichseitiges Dreieck bilden, weiter von einander entfernt scheinen, als sie wirklich sind.

Zweitens aber versteht man unter *scheinbarer Entfernung* scheinbarem Abstande, diejenige Entfernung eines Gegenstandes vom Auge, welche wir demselben beilegen. Indem nämlich mit dem durch das Auge erhaltenen Bilde eines Objects allezeit, und meistens ohne uns dessen bewufst zu sein, Urtheil über Gestalt, Gröfse und Entfernung desselben verbunden, so giebt es auf gleiche Weise eine scheinbare Entfernung als eine scheinbare Gröfse, und ist jene nichts weiter, als Vorstellung der wirklichen Entfernung, welche wir nach gewissen gewohnten Regeln und durch mancherlei Bedingungen bilden.

Ueber die zur Schätzung der Entfernung erforderlichen Bedingungen äufsert sich schon Kepler [1] sehr richtig,

1 Paralip. ad Vitell. p. 62.

rnung der beiden Augenaxen gleichsam die Grundlinie sey, man sich zur Bestimmung der Entfernung bediene, indem Winkel, welchen die aus beiden Augen verlängerten, im te sich schneidenden Augenaxen bilden, der Entfernung kehrt proportional ist. Dieses reicht indefs blofs für nahe stände hin, indem der Winkel sich bei gröfseren Entfer- en zu wenig ändert. Wenn Kästner übrigens beim Sehen inem Auge die Breite der Pupille als eine solche Grundlinie ehmen scheint, so ist dieses schwerlich zu rechtfertigen, aber die Schätzung nach der Lichtstärke. Nach Carte- ist die Bestimmung der Entfernung gleichfalls auf dem el der Augenaxen und einer, von jenem angenommenen derung der Krystalllinse gegründet, jedoch meint er, das re Hülfsmittel reiche nur bis auf 4 F., das erstere bis auf aus, und über 100 bis 200 F. gebe es gar keine deutliche llung von der Entfernung. Smith[2] führt das Urtheil lie Entfernung der Gegenstände blofs auf die scheinbare derselben zurück, denn die Erfahrung habe uns gelehrt, ewisse scheinbare Gröfsen eines bekannten Körpers stets wissen Entfernungen verbunden wären, und so errege die ndung der Gröfse desselben sogleich die Vorstellung seines ndes. Hiergegen bemerkt indefs Robins[3] sehr richtig, iese Behauptung in ihrer ganzen Strenge gegen die Erfah- treite; denn sonst müsse ein Mikroskop die Gegenstände l näher bringen, als es den optischen Winkel vergröfsere, ohlglas verkleinere das Bild, und bringe es doch näher, on den beiden Bildern, welche eine Lichtflamme auf den Flächen einer etwas entfernten biconvexen Linse erzeuge, s kleinere verkehrte zugleich auch das nächste. De la[4] giebt fünf Stücke an, worauf die Bestimmung der Ent- g beruhe, welche einzeln und in Verbindung mehr oder er in Betrachtung kommen sollen. Diese sind die schein- röfse, die Helligkeit der Farbe, die Richtung beider Au- en, die Parallaxe oder veränderte Lage der Gegenstände bewegten Auge und die Deutlichkeit der kleinsten Theile.

Dioptr. p. 68. De Homine p. 66 — 71.
Optik. S. 45.
Math. Tracts. Lond. 1761. 8. II. 230.
Mém. de Par. 1694.

Die Maler haben gewöhnlich nur die beiden ersten Bedingungen in ihrer Gewalt, bei Theaterdecorationen aber, wo Thürme wirklich in verschiedene Entfernungen vom Auge gestellt werden, stehen ihnen die vier ersten zu Gebote, und sie können daher eine lebhafte Täuschung hervorbringen.

Am vollständigsten und schärfsten hat indefs Porterfield[1] die Mittel, wodurch das Urtheil über die Entfernung bestimmt wird, angegeben, worunter er folgende rechnet.

1. Die Einrichtung, welche sich das Auge geben muss, um die Gegenstände deutlich zu sehen, es mag diese bestehen, worin sie wolle. Vorzüglich dient dieses für kleine Entfernungen, kommt aber auch bei gröfseren in Anwendung, so lange sich das Auge für dieselben noch einrichten muss, und endlich, wenn die Objecte so weit entfernt sind, dafs die auf die Hornhaut fallenden Strahlen für parallel gelten können, verschwindet überhaupt die deutliche Vorstellung von der Entfernung.

2. Der Winkel beider Augenaxen giebt eines der sichersten Hülfsmittel, dessen Mangel bei Einäugigen und stark Schielenden sich auffallend zeigt. Hängt man einen Ring auf, stellt sich gegen die Kante desselben, und versucht mit einem gebogenen Stabe die Oeffnung zu treffen, so ist dieses leicht bei Gebrauche beider Augen, schwer wenn man eins verschlossen, entbehrt[2]. Indefs reicht dieses Mittel höchstens bis zu einer Entfernung von 120 F.

3. Die scheinbare Gröfse, jedoch blofs dann, wenn die wahre bekannt ist. Kennen wir die letztere gar nicht, so wird meistens die genäherte Bestimmung der Entfernung ganz falsch, weifswegen uns Sonne und Mond gleich fern erscheinen, die Berge in der Regel näher als sie sind, weil wir ihre wahre Gröfse zu geringe schätzen, und sie hiernach des gröfseren scheinbaren Winkels wegen zu nahe glauben.

4. Die Helligkeit und Lebhaftigkeit der Farben.

---

1 Treatise on the eye.

2 Biot Précis cet. II. 372 macht die Bemerkung, dafs eine Nadel besser beim Gebrauche beider Augen als eines einzigen zu fädeln vermöge. Wer jedes seiner Augen einzeln leicht zu gebrauchen vermag, wird keinen Unterschied finden, er mag sich nur eines oder beider Augen bedienen. Allein bei diesem Versuche sind die gesehenen Objecte zu nahe, und die beiden Hände geben von zu kleines Mafs der Entfernung.

ich das Licht bei seinem Durchgange durch die Luft ver-
so werden alle Gegenstände blasser und dunkler, je wei-
e entfernt sind. Daher scheinen uns Sonne und Mond im
zonte gröfser, weil wir sie für entfernter halten; ein Zim-
nit frisch geweifsten Wänden scheint kleiner, beschneiete
) scheinen näher, und im Nebel verändern sich Gröfse und
nung aller Umgebungen auffallend. Hierauf beruhet die
perspective der Maler.

). Hiermit zusammenfallend ist die Deutlichkeit der klein-
Theile, indem wir durch Uebung wissen, dafs diese bei
rer Entfernung ganz verschwinden.

). Endlich bestimmen wir sowohl die Entfernung als auch
röfse der verschiedenen Objecte nach der mehr oder min-
kannten Gröfse und Entfernung derjenigen Gegenstände,
e sie umgeben. Ein einzelner entfernter Kirchthurm in ei-
eiten Ebene scheint daher näher, als wenn mehrere Oerter
schen liegen, und entfernter, als wenn irgend ein Gegen-
die zwischenliegenden Räume verdeckt; die Sonne im
onte scheint entfernter als im Zenith, und daher bei gleich-
ndem optischen Winkel auch gröfser, überhaupt aber die
nung des Himmelsgewölbes im Horizonte drei- bis vier-
öfser, als im Scheitel, und bildet somit nach SMITH und
EAT [1] eine nach der Muschellinie gekrümmte Figur.

Hierzu mögen noch wohl andere minder allgemeine Mittel
en, und weil die verschiedenen Personen bald das eine
as andere mehr und besser anwenden und anzuwenden
übt haben, so fallen die Urtheile über Gröfse und Entfer-
o verschieden aus.

urch die individuelle Einrichtung des Auges und die Ge-
les Sehens wird ferner sowohl der optische, als auch der
bare Ort der Gegenstände bedingt. Unter dem ersteren,
otischen Orte (*locus opticus*; lieu optique) versteht
njenigen Ort einer, hinter einem gesehenen Objecte gele-
Fläche, auf welche man das letztere projicirt. Ist c der Fig.
ne Gegenstand, D E die hinter ihm gelegene Fläche, in A 220.
ge, so ist a der optische Ort des Objectes c. Verändert
ge seinen Platz, und kommt z. B. nach B, so wird de-

---

[1] Beiträge. I. §. 60 — 78.

durch der optische Ort von c verändert, kommt nach b, und di heifst dann die Parallaxe. Kann das Auge den Abstand der Fläche vom Gegenstande nicht wahrnehmen, so setzt es das Object in die Fläche selbst, der optische Ort wird dadurch zum scheinbaren und die Sache gehört unter die *Gesichtsbetrüge*. Auf diese Weise setzen wir scheinbar die Gestirne an das Himmelsgewölbe. Bewegt sich das Auge, z. B. von A nach B, so muss auch das Object c oder die Ebene D E sich zu bewegen scheinen [1], welches gleichfalls unter die Gesichtsbetrüge gehört.

Der scheinbare Ort (locus apparens; lieu apparent; *Situation or Place of visible objects*) dagegen heifst derjenige Ort, an welchen man in Gemäfsheit des Urtheils das gesehene Object oder dessen Bild die Gegenstände zu sehen pflegt. Der optische Ort ist also nur dann auch der scheinbare, wenn man den Abstand der hinteren Fläche von dem gesehenen Objecte nicht wahrnimmt.

Denkt man sich in derjenigen Richtung, in welcher die Lichtstrahlen vom Gegenstande ins Auge kommen, eine Linie aus dem letzteren verlängert bis in diejenige Entfernung, in welcher man den gesehenen Gegenstand zu sehen glaubt, so trifft diese in seinen scheinbaren Ort. Wenn die Lichtstrahlen daher in gerader Richtung vom Objecte das Auge treffen, so irrt man um so weniger bei der Bestimmung des wahren Ortes, je mehr es wird um so sicherer der scheinbare Ort zum wahren, je richtiger das *Augenmafs* des Sehenden ist. Bei sehr entfernten Gegenständen ist es aber oft der Fall, dafs man sie in den Himmel selbst setzt, und somit den optischen Ort zum scheinbaren und zum wahren macht. Kommen die Lichtstrahlen von einem Objecte directe ins Auge, so ist es überhaupt leicht, den Ort desselben zu bestimmen. Ungleich schwerer und meistens unmöglich ist dieses, wenn man statt dessen blofs das Bild sieht, weswegen auch nur durch anhaltende Uebung eine Fertigkeit erlangt wird, nach dem letzteren den wirklichen Ort des Objectes zu bestimmen. Wer daher gewohnt ist, vor einem Spiegel gewisse Verrichtungen an sich selbst vorzunehmen, z. B. Barbieren, Frisiren u. dergl., der wird hierbei leicht jeden Ort an sich, den er früher oft berührte, aus dem gesehenen Bilde richtig bestimmen lernen, bei andern ungewohnten Verrichtungen aber

1 Vergl. *Bewegung, scheinbare.* Th. I. S. 915.

eim Stutzen der Haare mit einer Scheere oder dem Be-
einer gesehenen Stelle mit einem Instrumente meistens
suchte verfehlen, vorausgesetzt, dafs er sich eines unge-
en Instrumentes bedient, und nicht, ohne Rücksicht auf
ehene Bild, dem gewohnten Gefühle folgt [1].

ehrere Geometer nach KEPLER nahmen an, der scheinb-
rt eines nach der Reflection oder Refraction gesehenen Ob-
ey da, wo die aus dem Auge verlängerten Lichtstrahlen
pendikel vom Objecte auf die brechende oder reflecti-
Ebene treffen. Dieses paſst allerdings für Planspiegel,
fft auch in vielen andern Fällen, weswegen die Regel
emein gültig angesehen wurde. Inzwischen ist sie wenig-
tlich, als die schon von KEPLER [2] für die scheinbare
ung angegebene Bestimmung, wonach man den Gegen-
der dessen Bild dahin setzt, wo die Augenaxen verlän-
schneiden. Oder wenn man mit einem Auge sieht, in
ze des Lichtkegels, dessen Basis die Pupille ist. Später
BARROW [3] die hierbei zu berücksichtigenden Gesetze ge-
zugeben, indem er annahm, jeder Punct eines Objectes
nes Bildes werde dahin gesetzt, von wo aus die Licht-
ohne zwischenliegendes brechendes oder reflectirendes
usgehen. Dieses weiter verfolgend, suchte er zu be-
, wo die von den sämmtlichen Puncten eines Objectes
den Strahlen, welche nach der Brechung und Reflec-
Auge treffen, sich hinter das reflectirende Mittel rück-
rlängert schneiden, indem er mit Kepler diesen Punct,
Spitze des vom Auge ausgehenden Lichtkegels, als
inbaren Ort jedes Punctes im Bilde angab, dessen Form
zugleich von ihm angegeben wurde. Für Bilder ebe-
elnder Flächen ist diese Regel allerdings zutreffend, und
sich auch die durch krumme spiegelnde Flächen er-
Bilder nach derselben construiren, welches aber aller-
hwieriger ist [4]. BARROW selbst fand einen Einwurf
ne Theorie in folgender Erscheinung. Wenn ein Ob-

---

gl. *Bild.* Th. I. S. 973.
ralip. p. 59.
ctiones opticae Lond. 1674. 4.
Bild. Vergl. KAESTNER de objecti in speculo sphaerico visi
ie apparente. Com. Nov. Soc. Gott. VIII. ad an. 1777.

ject hinter dem Focus einer biconvexen Linse ist, das Auge dicht an derselben, so erscheint es verwirrt, aber an seiner eigenthümlichen Stelle. Entfernt man das Auge, so wird das Bild verworrener, kommt aber näher, und wenn das Auge nahe beim Focus ist, so nimmt die Verworrenheit zu, das Object aber scheint ganz nahe am Auge.

Berkeley [1] nahm zuerst die Barrow'sche Theorie in Schutz und suchte letztgenannte Einwendung zu beseitigen, indem er zeigte, dafs die Kreise, welche die nicht zum Bilde vereinigten Lichtstrahlen auf der Retina erzeugen, die nämliche Undeutlichkeit herbeiführen, sie mögen sich vor oder hinter derselben vereinigen, weswegen das Urtheil der Seele in beiden Fällen das nämliche ist, ohne Rücksicht des Ortes, von wo aus die Strahlen kommen, so dafs also in dem vorliegenden Falle, wo in die Undeutlichkeit mit der Entfernung des Auges von [illegible] wächst, das Bild unserer Vorstellung nach näher kommt, die wachsende Undeutlichkeit hiermit verbunden zu seyn pflegt. Hiergegen erinnert Smith [2], dafs alle undeutlich durch Convexgläser gesehene Gegenstände näher zu seyn scheinen müfsten, was gegen die Erfahrung streite, vielmehr scheine das Object dem Auge näher, weil es scheinbar gröfser werde [3]. Diese Ansicht aber gleichfalls gegen die Erfahrung, indem die gerade Linie im Hohlspiegel gröfser und entfernter, im convexen aber kleiner und näher scheinen, beides, mit Barrow's Theorie übereinstimmend. Aufserdem erinnert Montucla [4], dafs mittelmäfsige Gläser den Rand eines Tisches entfernter zeigen, so dafs man unter ihn fährt, wenn man denselben schnell mit der Hand berühren will.

Barrow's Meinung ist später vertheidigt von Berg vollständiger und besser aber von Kraft [5], und man hat

---

1 Essay toward a new theory of vision. Dublin 1709. 4. p.

2 Optik. p. 398 u. 401.

3 Ohne Zweifel wirken beide Ursachen bei diesem interessanten Phänomene gemeinschaftlich, indefs erhält das Auge überhaupt ein verworrenes, und den gewöhnlichen, deutlich gesehenen, ungleich kleineres Bild, dafs es schwer ist, über den Ort desselben zu urtheilen.

4 Hist. des Mathem. II. P. IV. L. 9. c. 2.

5 Traité d'Optique. p. 104.

6 Com. Petrop. XII. 252.

im wesentlichen Theile füglich als die passendste ansehen,
man blofs in Beziehung auf die Operationen des gesunden
und des Urtheils der Seele über das Gesehene annimmt,
is Object oder das Bild allezeit in die verlängerte Augen-
setzt wird, mit Rücksicht auf die Mittel, deren man sich
stimmung der Entfernung bedient.

s ist somit also klar, dafs im Auge selbst, und in der Art,
rch das einfallende Licht ein Bild in demselben erzeugt
die Bedingungen allerdings enthalten sind, über die An-
g, Gröfse, Gestalt, Entfernung und übrigen Beschaf-
en der gesehenen Objecte Begriffe zu erhalten, dafs diese
n aber nicht unmittelbar gegeben werden, sondern zu-
auf Urtheilen und Schlüssen beruhen, welche wiederum
drücke anderer Sinne zur Grundlage haben. Insbeson-
verden die Eindrücke durch das Auge mit denen durch
ng und durch wirkliche Messungen erhaltenen von frü-
Kindheit an so oft und anhaltend in Verbindung gesetzt,
ide, uns unbewufst, in einander übergehen, und wir
lem Gesehenen zugleich ein Urtheil über Gröfse, Entfer-
nd Beschaffenheit verbinden. Vermuthlich beruhet hier-
natürliche Trieb der Kinder, alles was sie sehen, zu be-
welcher auch bei Erwachsenen zuweilen bleibt [1], und
:h allmälig eine unglaubliche Fertigkeit, nach dem im
ervorgebrachten Bilde oder durch den Anblick der Ge-
ide über ihre eigentliche Beschaffenheit zu urtheilen, er-
rird. Die durch anhaltende Uebung, verbunden mit wirk-
Messungen erhaltene Fertigkeit und Sicherheit dieses Ur-
ennt man *Augenmafs*, welches sonach bei einigen Men-
einer und sicherer seyn mufs, als bei andern. Baumeister
chätzen Gebäude und ihre Theile nach dem blofsen An-
ehr richtig, Feldmesser und Militairpersonen bestimmen
ungen genau, und so haben auch Forstmänner, Jäger
ndwerker eine grofse Fertigkeit, über diejenigen Gegen-

Man darf es daher so übel nicht nehmen, wenn viele Perso-
vorgezeigten Instrumente (nicht selten zum grofsen Verdrufs
siker) zu betasten pflegen. Ein Holländer soll indefs über sein
geschrieben haben: *Mit den Augen Dich ergötze, mit den*
nichts verletze.

stände genau zu urtheilen, womit sie sich oft und mahnend i
Interesse beschäftigen. Einem scharfen und genauen Ur
masse steht ein schlechtes und unrichtiges entgegen.

So richtig indefs in den meisten Fällen auch d
theil über das Gesehene ist, so finden dennoch eine
fse Menge sogenannte *Gesichtsbetrüge, Augentäusch
optische Täuschungen; fallaciae opticae, fallacia
sus*; Illusions optiques statt, deren Ursache, obgle
falschen Urtheile über das Gesehene liegend, dennoch
unmittelbaren Empfindung des Sehens verwechselt, und
dem Gesichte selbst als Betrug beigemessen wird [1]. Eine
Menge von Gesichtsbetrügen liefert der Anblick der himml
Körper, indem wir diese nach den bei irdischen Gegen
abstrahirten Regeln beurtheilen. Daher halten wir a
Gestirne für gleich entfernt, Sonne und Mond für nahe
grofs und beide für flache Scheiben, auch legen wir den
melskörpern Bewegung bei, weil sie ihren Ort gegen d
verändern, und dieses bei irdischen Objecten eine Be
beweiset.

Keiner unter den zahlreichen Gesichtsbetrügen ist
fach beachtet und beurtheilt, als derjenige, dafs die s
Gröfse der Sonne und des Mondes beim Auf- und Un
derselben vermehrt wird. Ptolemaeus [2] und sein Co
tor Theon leiteten das Phänomen von den Dünsten in
ab, Alhazen aber, und nach ihm Baco, Vitellio, A
Pekham u. a. erklärten dieses, und die im Zenith plat
Form des Himmels daraus, dafs im Horizonte zu der
nung der Gegenstände der Halbmesser der Erde zugese
Hobbes führte dieses weiter aus, irrte aber dabei, in
dieser Gröfse, als einer wirklichen, die Gestalt des Him
leitete. Cartesius und nach ihm Wallis, Logai
den die Ursache in der Menge der zwischenliegende
stände, wonach wir die Entfernung gröfser schätzen, als
und daher das Object bei unverändertem Gesichtswinkel

---

1 Kant Anthropologie. S. 31.
2 Almagest. I. cap. 3.
3 Phil. Trans. XXXIX. 404.

lten [1]. Diesem pflichten Gregory [2], Malebranche [3] uygens [4] bei. Hiergegen erinnerten Gouge [5] und Moli- [6], dafs diesemnach beide Himmelskörper uns gröfser er- n müfsten, wenn wir neben Häusern, hohen Thürmen ergen hinauf sie erblickten; auch könnte das Phänomen n freien Meere nicht stattfinden. Sie leiten dasselbe da- n den Dünsten ab, die den optischen Winkel vergröfsern welche Meinung Sam. Dunn [7] durch verschiedene Be- ngen und Versuche zu beweisen bemüht war. Hierge- eitet indefs die Erfahrung, dafs die Vergröfserung sogleich findet, wenn man durch ein gemeines Rohr oder nur in Loch in einer Karte, oder auch durch ein geschwärz- [8] sieht, indem durch jedes dieser Mittel die Augentäu- auf eine interessante Weise sogleich verschwindet. Gas- neint, bei wenigerem Lichte sey die Pupille weiter, er- aher einen gröfseren optischen Winkel, und sehe die- n din Gegenständen auch vergröfsert. Perkeley sah die nung als eine unmittelbare Wirkung des geringeren Lich- des schwächeren Glanzes an [9]. Desagüliers [10] endlich rzüglich Smith [11] suchen die Sache deutlich zu machen, der eingedrückten Gestalt des Himmelsgewölbes abzu- wonach sie auch damit in Verbindung steht, dafs uns enwinkel nahe am Horizonte viel höher erscheinen, als lich sind. Hat nämlich das Himmelsgewölbe die Gestalt reissegmentes a b c, so mufs jede Gröfse nahe am Hori- ermehrt erscheinen [12]. Die eigentliche Erklärung des ens kann nicht schwierig seyn, wenn man überlegt, dafs

Fig. 221.

. Priestley Gesch. d. Opt.
eometria. Pars. universalis. p. 141.
echerché de la Verité. Part. I.
mith Opt. Art. 536.
hil. Trans. abridg. III. 865.
cad. des Sc. 1700. p. 11.
hil. Trans. LII. 462.
ior Astron. phys. I. 35.
osius math. Tracts. II. 242. ff. wo noch mehrere Meinungen : werden.
Ebend. 245.
Optics. I. 63. Remarks. p. 53. Vergl. *Himmel.*
Vergl. Priestley Gesch. d. Opt. S. 504. Hutton Dict. II. 15.

wir die scheinbare Gröſse der Gegenstände nach dem optisch
Winkel und zugleich aus der Entfernung bestimmen, wel
von uns aber bei den Himmelskörpern im Horizonte sowohl w
gen des bekannteren, und daher gröſser scheinenden zwisch
liegenden Raumes, als auch wegen der geringeren Helli
derselben gröſser geschätzt wird, weswegen ihre Gröſse s
vermehrt erscheinen muſs [1]. Hiernach ist die Sache selbst
auffallender, als daſs uns ein erwachsener Mensch, des w
derlichen optischen Winkels ungeachtet, in jeder Entfer
gleich groſs erscheint.

Auch bei irdischen Dingen sind die Gesichtsbetrüge so h
daſs es unmöglich wäre, sie alle anzuführen. So finden w
B. in späteren Zeiten Häuser, Zimmer und sonstige Gegen
deren wir uns den Zeiten unserer Kindheit erinnern, vie
ner, als unsere erinnernde Vorstellung sie angiebt, und (
welche wir aus groſsen Höhen oder Tiefen beobachten, sc
uns ungewöhnlich klein, weil wir sie für näher halten, a
wirklich sind. Jurin [2] sagt: „Man lasse einen Knaben, w
nie auf einem hohen Gebäude gewesen ist, die Spitze de
numents in London besteigen, so werden ihm die Me
und Pferde auf der Gasse merkwürdig klein vorkommen.
zehn oder zwanzig Jahren, wenn er oft auf solchen Hö
wesen ist, werden sie ihm nicht mehr so klein erscheine
sähe er oft von solchen Höhen herab, so würde er kein
terschied zwischen diesen und denen aus dem Fenster des
Stockes gesehenen wahrnehmen.“ Sehr weit entfernte G
stände erscheinen uns nach Bouguer [3] stets kleiner, als s
weil uns die Mittel des Augenmaſses fehlen. Jede hori
Ebene, worauf wir uns befinden, z. B. die Fläche des M
scheint sich in der Entfernung zu erheben. Fährt man
sondere schnell auf einer völlig ebenen Straſse, so glaubt
sie habe eine beträchtliche Elevation, und jeder Berg s
steiler als er ist, insbesondere wenn man ihn von einer
herab betrachtet, denn in diesem Falle erscheinen ferne D
vorzüglich stark beleuchtete, als Landstraſsen und dgl. fast
recht. Letztere auffallende Augentäuschung läſst sich leic

---

1 Biot a. a. O.

2 Priestley Gesch. d. Opt. S. 897.

3 Mém. de Par. 1755. p. 156.

. Befindet sich nämlich der Beobachter auf einem Berge Fig.
ıd sieht von der fernen horizontalen Ebene die Puncte 222.
c .., so liegen zuerst die von diesen ausgehenden, in das
) fallenden Linien über einander, dann schätzen wir weit
ene Gegenstände näher, als sie sind, und sehen daher die
a b c als die Basis eines gleichschenklichen Dreiecks mit
ıfsersten, in das Auge fallenden Lichtstrahlen a O; c O an,
ns entfernte Gegenstände gewöhnlich so erscheinen, wor-
ı Täuschung leicht erklärlich ist. Aus eben dem Grunde
en lothrechte, hohe Gebäude dem nahe stehenden Beob-
, insbesondere aber wenn derselbe auf einer horizontalen
auf dem Rücken liegend sie ansieht, überhängend.
etrachtet man ein Stück Geld oder ein Pettchaft durch
ikroskop, so scheinen die Erhabenheiten in der Regel
:, und die Vertiefungen erhaben. Dieser Gesichtsbetrug,
ın schon Jablot [1] und P. F. Gmelin [2] erwähnen, Rit-
ubr [3] aber weitläufig erläutert, wird als Folge des ver-
auffallenden Lichtes angesehen. Letzterer meint daher,
uschung würde wegfallen, wenn man reflectirtes Licht,
eichfalls umgekehrtes auffallen lasse, allein dieses ist nicht
ll. Das Phänomen zeigt sich leicht und sicher, schon
er gemeinen Loupe, allein die Erklärung ist schwierig.
lings ist diese optische Täuschung abermals weitläuftig
icht [4], und bemerkt, dafs sie am auffallendsten zum Vor-
kommt, wenn man eine Gemme oder Kamee durch die
öhre eines Fernrohrs betrachtet. Hierauf ist dann auch
ır ausführliche Erklärung gegründet, welche mitzutheilen
wegen Anstand nehme, weil der Umstand nicht berück-
: ist, dafs die Erscheinung sich schon dann zeigt, wenn
n gewöhnliches Pettschaft bei wenigem Lichte durch eine
e Loupe ansieht. Mir scheint unter andern der Grund
ıschung darin zu liegen, dafs die hervorstehenderen, mehr
ıteten und helleren Theile wegen des gleichbleibenden
en Winkels in gröfsere Fernen gesetzt, die vertieften
ren aber näher gerückt werden, welches mit anderen be-

Description de plusieurs nouveaux microscopes 1712.
Phil. Trans. 1747.
Transact. of the Americ. philos. Society. 1786. II.
Edinb. Journ. of Science. VII. 99.

kannten Täuschungen zusammenfällt. Indeſs gebe ich zu, daß die Erklärung dennoch immer etwas unvollständig bleibt. Weniger ist dieses der Fall bei demjenigen Gesichtsbetruge, den Abat [1] gedenkt. Wenn man nämlich eine mit Wasser gefüllte Flasche in einem Hohlspiegel betrachtet, so scheint der Theil gefüllt und umgekehrt. Wendet man aber die Flasche und läſst sie auslaufen, so scheint sie sich zu füllen, weil man nicht gewohnt ist, das Wasser oben in der Flasche und die Luft unten zu sehen. Hierher gehören auch die verschiedenen Bewegungen entfernter Gegenstände, entweder uns gemeinschaftlich, wenn wir uns unserer Bewegung bewußt sind, indem sie ihre Lage gegen das Auge und die nahen Gegenstände unmerklich ändern, z. B. des Mondes, entfernter Thürme u. dgl., oder allein, wenn wir zu ruhen scheinen, z. B. der Hecken und Ufer vom Schiffe herab gesehen, u. d. Steht jemand auf einer Brücke und sieht stromaufwärts auf stark bewegte Wasser, vorzüglich beim Eisgange, so scheint zuletzt der Strom zu ruhen, und die Brücken sich gegen ihn bewegen.

Der *Eindruck des Lichtes auf die Retina* dauert eine Zeit, und diesemnach scheint oft ein bewegter Körper an mehreren Orten zugleich zu seyn. Daher gleicht der Blitz einer Strahle, und eine Kohle, schnell in einem Kreise geschwungen, bildet einen zusammenhängenden Kreis, weil der Lichtpunkt, welchen das Auge beim Anfange ihrer Bewegung im Kreise erhielt, noch fortdauert, wenn sie sich schon am Ende des Kreises befindet. Die Erscheinung selbst ist schon früh beobachtet, bald richtig erklärt [3], namentlich durch Newton [4], welcher die Zeitdauer des Eindrucks zu einer Secunde angab. Genaue Versuche wurden nachher angestellt von Segner [5] und d'Arcy, wovon ersterer 30 Tertien, letzterer 8 Tertien als längste

1 Amusements philosophiques p. 242.

2 Porterfield on the eye II. 122. Priestley Gesch. d. Opt. [illegible]

3 Haller Adnot. ad Boerhavii Praelect. acad. adn. 2. §. 54[illegible] Physiol. V. 480.

4 Opt. qu. 16.

5 De raritate luminis. Gott. 1740.

6 Mém. de Par. 1765. p. 450. Die Angabe d'Arcy's von [illegible] ces ist von einigen miſsverstanden, und für ⅔ Secunden genommen

chteindruckes annimmt. CAVALLO [1] glaubt nur 6 Tertien nen zu müssen. Die neuesten Versuche sind von PAR- wonach die Dauer des Eindrucks 15 Tertien beträgt, ine Kohle in einem dunkelen Zimmer geschwungen wird, F. in einer Secunde durchläuft, aber nur 10 Tertien, sie im hellen Zimmer geschwungen wird, und 10 F. in ecunde durchläuft. Auf allen Fall ist der Eindruck dau- enug, um die Gestalt des Blitzstrahls, der Feuerkugeln rnschnuppen und andere Phänomene daraus zu erklären, eſse sich die Geschwindigknit solcher schnell bewegter nder Massen, namentlich des Blitzes, durch dieses Mittel , wenn die Zeit der Dauer des Lichteindrucks selbst ge- stimmt wäre. Erschöpfende Versuche müſsten indeſs zu- den normalen und abnormen, den gesunden und kranken d der Augen mit berücksichtigen.

us der Bestimmung der Dauer des Lichteindrucks auf das n Verbindung mit der oben angegeben Gröſse des Gesichts- s läſst sich erklären, warum manche sehr langsame Be- gen nicht wahrgenommen werden. G. G. SCHMIDT [2] um dieses deutlich zu machen, das Beispiel, daſs die Sterne, im Aequator, wo ihre Bewegung am schnellsten ist, dennoch stehen scheinen. Setzt man nämlich die Dauer des Licht- cks im Auge hoch auf 0,5 Sec., so durchläuft der Stern er Zeit einen Bogen von nur 5 Sec. und da dieser kleiner ls der kleinste Gesichtswinkel für ein räumliches Object, eint er still zu stehen. Wird der Stern dagegen durch ein hr mit nur 10facher Vergröſserung betrachtet, so beträgt esichtswinkel 50 Sec. und seine Bewegung wird, jedoch lühe und kaum wahrgenommen, erscheint aber um so ller, je gröſser die Vergröſserung ist, die man anwendet. ei kommt indeſs der lebhafte Lichteindruck des Sternes auf ge in Betrachtung, denn bei der Beobachtung der Bewegung inutenzeigers einer Taschenuhr erhielt SCHMIDT ein anderes ltat. Diese nahm derselbe nämlich bei der Anwendung einer fachen Vergröſserung so eben wahr. Indem aber die Länge

1 Naturlehre, übers. von Tromsdorf. III. S. 132.

2 Entretiens sur la Physique par G. F. Parrot. VI Tom. 8, at 1819—24. III. 235.

3 Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Gieſs. 1826. 8. S. 471.

des Zeigers 4,5 Par. Lin. betrug, und der Sehwinkel einer A-theilung desselben (für 10 Z. Abstand des deutlichen Sehens b- Beobachter) 13,5 Min. ausmachte, so war die Bewegung de- selben in einer Secunde = 13,5 Sec. scheinbar, und mit 15- cher Vergrößerung 135 Sec. oder 2 Min. 15 Sec. Inzwisch- kommt bei dieser, allerdings sinnreichen Methode, die klein- Bewegungen zu messen, vieles, namentlich die Gesichtsschä- und die Erleuchtung des beobachteten Gegenstandes, in Be- tung, weswegen auch die beiden mitgetheilten Angaben s- von einander abweichen. Um die letztere zu prüfen, beo- tete ich selbst den Minutenzeiger meiner Taschenuhr, w- 9,1 Lin. lang und stahlblau sich auf einem blendend weiße- ferblatte bewegt. So lange er sich über dem letzteren be- konnte ich das Fortrücken desselben mit unbewaffneten A- und bei einer Gesichtsweite von 8 Z. wahrnehmen, jedoch s- er still zu stehen, wenn er sich über einem schwarzen T- striche befand, so dafs also diese Bewegung als die Gren- jenigen anzunehmen ist, welche mein Auge noch wahr- kann. Man darf also jene angegebene Gröfse von 13,5 S- verdoppelen und im Verhältnifs von 10 : 8 nehmen, u- mein Auge den kleinsten optischen Winkel von nahe 34 erhalten [1], welcher indefs unter minder günstigen Bedi- namentlich wenn das Messen des Abstandes der Zeig- zwischen den beiden Minutenstrichen wegfiele, nicht s- ausfallen würde. Hieraus erklärt es sich auch, warum a- wegung der Sterne im Fernrohre bei einem optischen W- von 50 Sec. sichtbar wird, nämlich theils wegen des L- Lichtes derselben im verhältnifsmäfsig dunkelen Raume, weil das Gesichtsfeld des Fernrohres etwas erleuchtet, Umgebung wegen des inwendig schwarzen Rohres aber dunkel ist, und auf diese Weise also der veränderliche A- des Sterns von dem Rande des Gesichtsfeldes gemessen den kann.

So wie der Lichteindruck auf das Auge eine gewisse dauert, so erfordert derselbe gleichfalls eine verschwindend Zeit, bis er vom Auge deutlich empfunden wird. Ist da- Bewegung zu schnell, so verschwindet zuerst die Far- Körpers zunehmend mehr und mehr, und endlich versch-

1 Die genauere Berechnung giebt 34″ 50‴.

Körper selbst wenn er dunkel ist, läfst aber blofs den Ein-
s seiner Bahn zurück, wenn er selbstleuchtend ist. Das
hwinden der Formen kann man schon wahrnehmen, wenn
sich schnell herumdrehet, in welchem Falle zwar die um-
den Objecte, aber nicht ihre Gestalten erkannt werden,
gänzlichen Verschwinden der Körper giebt die Unsichtbar-
er geschossenen Kugeln ein überzeugendes Beispiel. G. G.
IDT [1] suchte für beides die Grenze zu finden, indem er
in 4 weifse und schwarze Felder eingetheilten Würfel von
adratzoll Fläche an einem Haspel befestigte, letzteren
ll, aber regelmäfsig, umdrehen liefs, und den Würfel
3,5 Z. Entfernung betrachtete. Hierdurch ergab sich, dafs
s Erstere die Winkelgeschwindigkeit in 1″ Zeit 198° 51′
ir das zweite 265° 8′ betrug. Das Erzeugen einer leuch-
n Bahn zeigt sich beim Umschwingen einer glühenden
, beim Blitzen u. s. w.

s der Zeitdauer des Lichteindrucks im Auge wird auch eine
optische Spielerei erklärlich, welche durch einen gewis-
r. PARIS erfunden seyn soll [2], und *Thaumatrop* (von
Wunder und τρέπω ich wende, engl. *wonderturner*)
t ist. Unter den zahllosen Abänderungen dieser ganz
chen Spielerei wird es genügen, nur eine einzige zu be-
en. Man schneidet aus Chartenpapier, oder auch dün- Fig.
lfenbein, eine Scheibe von einem Z. bis 2,5 Z. Durch- 223.
, zeichnet auf die eine Seite eine beliebige Figur, z. B.
Vogelbauer, und auf die andere, wenn man dieselbe um
itten durch die Ebene derselben gehende horizontale Axe
et hat, eine correspondirende, z. B. einen Vogel. In die-
e werden dann zwei, an beiden Seiten etwas hervorste-
Fäden A und B befestigt und zwischen den Fingern bei-
nde schnell herumgedrehet. Indem sonach der Eindruck
ichnung auf der einen Seite so lange fortdauert, bis
s Bild der entgegengesetzten gesehen ist, so vereinigt die
lung beide Bilder in eins, und der Vogel scheint im Käfig
n. Das Umdrehen an den beiden Fäden bewirkt übri-
s Schlottern, und eine damit verbundene Unstetigkeit der

---

1. a. O. S. 472.

2 Edinb. Journ. of Science. Nr. VII. 87.

Bilder. Um dieses zu vermeiden, schlägt Barlow vor, d
Enden der Axe aus einem starren Körper zu verfertigen, w
aufserdem mufs die Axe, um welche die Scheiben gedrehet w
den, genau durch den Mittelpunct der Scheiben gehen. Sta
scheint es mir am besten, die Thaumatrope von Elfenbein
verfertigen, oder von Blech mit aufgeklebtem Papiere, die
Umdrehen bestimmten Enden der Axe aber in beiden Fälle
der Masse der Scheiben bestehen zu lassen. Veränderung
Zeichnungen lassen sich übrigens unzählige angeben, z. B.
der einen Seite der untere Theil eines Hauses, auf der
das Dach, oder der Stamm eines Baumes und die Kron
Rumpf eines Menschen und der Kopf u. s. w.

Endlich beruhet auf diesem nämlichen Grunde die Erk
rung einer optischen Täuschung, welche gewifs vielfach
genommen erst neuerdings beachtet und namentlich durch
GET [1] genau und vollständig dargestellt ist. Wenn man
ein Gitter von horizontalen, am besten schwarzen, nicht
von einander entfernten, Stäben, als dafs mindestens
die Länge einer Radspeiche gehen, ein um seine Axe
tes und zugleich in horizontaler Richtung bewegtes W
betrachtet, oder wenn das Rad um seine Axe gedrehet
Gitter in horizontaler Richtung bewegt wird, so erscheinen
zwei Speichen, welche ganz zwischen die Oeffnung der
fallen, gerade, alle übrigen aber nehmen die in der Zeichnung
Fig. 224. gedrückte Krümmung an. Die Erscheinung tritt erst ein,
die Bewegung des Rades eine gewisse Geschwindigkeit
hat, dann aber ist die Krümmung auch bei zunehmender
schwindigkeit sich stets gleich bleibend, jedoch darf die
nicht so grofs werden, dafs die Unterscheidung der
Speichen verschwindet, auch sind die beiden angegebenen
einten Bewegungen nothwendig, wenn das Phänomen
soll. Roget construirt dann die Erscheinung sehr einfach
trisch. Ist nämlich die Bewegung des Rades in der R
Fig. 225. P Q und findet zugleich eine Rotation um die Axe O
zeichnen ferner die Linien A; B; C; .... die Richtu
denen die Orte, welche die einzelnen Theile der Spe
tisch einnehmen, durch die Zwischenräume der lothrechte

1 Phil. Trans. 1825. I. p. 131. Vergl. Quarterly Journ. of
X. 282.

hen werden, stellen RO und OY zwei einander diametral
nüberstehende Speichen vor, welche bei der Bewegung
h die Räume A_1; B_2; C_3 .... in die Lagen αO; βO;
.... kommen, dauert endlich, der Lichteindruck des Spei-
theiles auf das Auge in seiner Lage bei R so lange fort, bis
nächste Theil der Speiche bei a, der nächste bei b, der
te bei c..... gesehen wird, so mufs die Speiche diejenige
mung erhalten, welche durch die Intersectionspuncte ge-
wird, also die Figur der Curve R; a; b; c.... annehm.
Indem auf der andern Seite des Rades der nämliche Fall,
h die Richtung betreffend entgegengesetzt, eintritt, so
dafs in VW die Speichen gerade, auf beiden Seiten
ntgegengesetzt gekrümmt erscheinen müssen. Die gebil-
Curve ist nach Roget die *Quadratrix* des Dinostratus,
a das Maximum der Geschwindigkeit in den Bewegungen
ades dadurch bedingt wird, dafs die Sichtbarkeit der ein-
Speichen nicht verschwinden darf, eben daher aber bei
rer Nähe der Stäbe die Intersectionspuncte früher eintreten
omit weniger tief herabsinken, so folgt hieraus, dafs die
bare Krümmung der Speichen unter verschiedenen Bedin-
n der Geschwindigkeit der Bewegung und Nähe der Stäbe
ndert bleibt. Es scheint mir nicht, dafs irgend ein Um-
des Phänomens nach dieser Darstellung unerklärt bleibe.
iermit zusammenhängend sind die zahlreichen Erschei-
des *Nachempfindens* beim Sehen. Die einfachsten der-
liegen überall zu nahe, um übersehen zu werden, und
auch schon von Peiresc [1] im Jahre 1634 beachtet,
r erzählt, dafs die Form seiner papiernen Fenster im ver-
enen Auge bleibe, u. z. das Gitterwerk dunkel, die Säu-
l, dafs aber umgekehrt die Sprossen hell und das Gitter-
unkel erscheine, wenn er sogleich gegen eine mäfsig
Wand blicke. Wichtiger und umfassender ist der Ver-
welchen Athan. Kircher [2] durch Bonacursius kenn-
nte. Letzterer behauptete in einer Unterredung mit ihm,
e bewirken, dafs man im Dunkeln eben so gut sähe,
Hellen. Man solle nämlich in einem finstern Zimmer ein

Vita p. 296.
rs. magn. p. 762. Priestley Gesch. d. Opt. S. 96.

kleines, den hellen Sonnenstrahlen ausgesetztes Loch in einen Fensterladen machen, dieses mit dünnem Papiere überkleben, worauf beliebige Figuren gezeichnet wären, dasselbe eine Zeitlang scharf betrachten, dann plötzlich bedecken, so werde man auf einem vorgehaltenen weifsen Papiere zuerst allerlei Figuren, zuletzt aber genau die im Fensterladen gezeichneten gerade und umgekehrt erblicken. KIRCHER giebt die Sache für sehr wichtig aus, und meint, das Auge wirke hierbei wie ein bononischer Stein.

Seitdem sind diese oder ähnliche Versuche mehrfach wiederholt, z. B. von MARIOTTE [1], PORTERFIELD [2], BÜFFON [3], u. a, und es ist allgemein bekannt, dafs nach anhaltendem Betrachten eines hell erleuchteten, noch mehr aber eines selbstleuchtenden Körpers, vorzüglich der Sonne, ein verändertes Bild des Gesehenen oft lange dauernd im Auge bleibt. Man richtet daher die Aufmerksamkeit mehr auf die zugleich entstehenden subjectiven Farben, wie dieses namentlich durch BÜFFON, DARWIN, FRANKLIN, BEGUELIN, DARWIN u. a. [4] geschehen ist. Letzterer vorzüglich hat zugleich auch die übrigen entstehenden Bilder beachtet [5], und theilt die entstehenden Spectra in vier Classen: 1. solche, die von allzugrofser Thätigkeit; 2. die vom Mangel an Empfindlichkeit der Retina herrühren; 3. directe, welche dem Gegenstande gleiche; 4. indirecte, welche eine ganz verschiedene Farbe haben. Die Untersuchung der letzteren ist bei ihm am vollständigsten. Nicht sowohl durch die verschiedenen Erklärungen, als vielmehr durch die genaue Beschreibung der erhaltenen Resultate ausgezeichnet ist gleichfalls eine grofse Reihe von Versuchen, welche PURKINJE [6] über diesen Gegenstand angestellt hat. Die physische Ursache aller dieser Erscheinungen

---

1 Oeuv. p. 318.

2 On the eye. I. 343.

3 Mém. de l'Acad. 1743. p. 15.

4 S. *Farben, physiologische.*

5 New Experiments on the ocular spectra of light and colours. Lond. 1786. 4. Aus Phil. Trans. LXXVI. abgedruckt. S. auch Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens. a. d. E. von Brandis. Hann. 1795. 8 Th. 8. II. 387.

6 Beiträge zur Kenntnifs des Sehens in subjectiver Hinsicht. Prag 1819. 8.

;en liegt sehr nahe, und ist in nichts anderm, als in einer lauer des erzeugten Nervenreizes zu suchen, welche man ler Vorstellung und Erinnerung vergangener Eindrücke ver- hen, und somit das Physiologische an das Psychische rei- tönnte.

Unmittelbar hiermit zusammenhängend sind die Funken, ;en Ringe, schwarzen oder weifsen Kreise und sonstigen erscheinungen, welche nach einem Stofse gegen das Auge einem Drucke desselben empfunden werden. Auch hier- iat nach MORGAGNI[1], EICHEL[2], ELLIOT[3] u. a. PURKINJE[4] Reihe von Versuchen angestellt. Dafs sie durch einen me- schen Reiz der Nervenhaut, nach der Meinung des letzte- amentlich durch ein Auseinanderziehen derselben, hervor- cht werden, ist kaum zu bezweifeln.

Wenn man in ein Chartenblatt mehrere feine Löcher dicht einander mit einer Nadel sticht, so wird dem kurzsichti- uge ein entferntes, dem weitsichtigen ein nahes Licht ver- tigt erscheinen, und wenn der Raum sämmtlicher Löcher gröfser ist, als die Pupille, so vielemal, als Löcher da sind.

Weite des deutlichen Sehens sieht jedes Auge nur ein das normale aber die vervielfachten sowohl bei zu grofser als bei zu grofser Ferne. Dieses durch SCHEINER schon :htete, durch DE LA MOTTE[5] und MUSSCHENBROEK[6] um- ch erläuterte Phänomen erklärt sich fast von selbst. In eite des deutlichen Sehens nämlich fallen die Lichtstrah- nmtlich auf die Retina, und werden hier zu einem einzi- ilde vereinigt, aus zu grofser Ferne aber vereinigen sie or derselben, in zu grofser Nähe hinter derselben, in bei- llen aber erzeugen die einzelnen, nicht vereinigten Licht- n, welche die Retina treffen, einzelne Bilder, weswegen e auch alle durch Anstrengung des Auges vereinigen kann. in interessanter optischer Betrug, welcher aufserdem mit erkehrtsehen der Gegenstände im Zusammenhange steht,

---

Adversaria. Anim. 73.
Collect. Soc. med. Hafniensis. cet. 1774.
Beobacht. u. Versuche über d. Sinne.
a. a. O. S. 136.
Versuche u. Abhandl. der Gesellsch. in Danzig. II. 290.
Introd. II. §. 1905.

wird schon von Fabri [1] und Le Cat [2] erzählt, und von beiden
Fig. richtig erklärt. Wenn das Auge gegen einen hellen Gegenstand
256 z. B. gegen eine Wand oder den Himmel gerichtet ist, und man
hält dicht vor dasselbe ein Chartenblatt CB mit einem kleinen
Loche und hinter demselben eine kleine Stecknadel de, so er-
zeugt diese ein verkehrtes Bild, welches vergrößert in DE er-
scheint. Die Ursache liegt darin, dafs die Nadel, wegen ihrer
grofser Nähe am Auge gar nicht gesehen wird, dennoch aber die
Lichtstrahlen auffängt, und einen Schatten auf der Retina er-
zeugt, ohne mit den in GH gesehenen Gegenständen in Ver-
hältnifs zu stehen, und dadurch das Urtheil über ihre Lage un-
lich zu machen, sie mufs daher auch der Figur nach ver-
stehen. Hält man sie vor das Chartenblatt, so steht sie gr
weil ihre Lage mit derjenigen der entfernter liegenden, n
gesehenen, Objecte verglichen wird [3].

Hält man einen undurchsichtigen, scharf begrenzten K
per in drei bis vier Z. Abstand vom Auge, und führt ihn
anderen in geringerer Entfernung vom Auge entgegen, so s
der Rand des ersteren sich auszubreiten, welches nicht de
ist, wenn beide sich in der nämlichen lothrechten Ebene b
den. Melville [4] erklärt dieses aus dem Halbschatten, w
die Ränder naher Körper, wegen der Weite des Auge
auf die Netzhaut werfen, oder daraus, dafs gewisse Th
Hellen dem ganzen Augensterne, nebenliegende aber n
Theile desselben verdeckt werden. Der Halbschatten de
fernten Körpers ist schmäler und dunkler. Sobald dan
Halbschatten zusammentreffen, so werden dem Augenste
len des Hellen ganz verdeckt, die man vorher wenigste
dunkel sah, und es scheinen sich beide Körper ausz
jedoch ist dieses bei dem entfernteren wegen seines schw
Halbschattens ungleich merklicher.

Dieser Erklärung, welche aus der angegebenen Sch
rem wesentlichen Inhalte nach hier mitgetheilt ist, beg
entgegensetzen, dafs die, den Halbschatten bildenden Str

---

1 Synopsis optica. Lugd. 1667. 4. p. 26.

2 Traité des Sens. p. 298.

3 Eine Abänderung und Erklärung dieses Versuches findet
Edinb. Journ. of Sc. VII. 89.

4 Edinb. Essay's. II. 55. Vrgl. Priestley Gesch. d. Opt. Si.

das zweite genäherte Object an der Grenze des vollkom-
i Schattens nicht aufgefangen werden, indem sonst im Ge-
ile das erste entferntere schmäler werden müfste. Es sey
sem Ende a b die Pupille, c d das entferntere Object, g h Fig. 227.
here, e a und f b die äufsersten Grenzen des auf das Auge
len Lichtes, so wird das vollkommen helle, von f aus an
treifende Licht durch g h nicht aufgehalten, und hierdurch
zeichnung der Grenze c nicht verändert. Weil aber die
ausgehenden Lichtstrahlen abgeschnitten werden, so wird
tere Ende eines Objectes e f unsichtbar, und hierdurch die
ung herbeigeführt, als rücke c d weiter in den von e f
enden Lichtkegel. Hiermit übereinstimmend ist eine an-
auf gleiche Weise erklärbare, die Umkehrung des Bildes
ge gleichfalls beweisende Erscheinung. Wenn man näm-
en undurchsichtigen Gegenstand nahe vor ein Auge hält
i Helle sieht, dann das obere Augenlied wie beim Schlie-
s Auges herabzieht, so wird der Gegenstand sich nach
i verlängern scheinen, indem durch das Herabdrücken Fig.
genliedes α ein Theil des von B ausgehenden Lichtke- 228.
geschnitten, und dadurch das Object c scheinbar verlän-
rd.

rschiedene anderweitige Augentäuschungen, welche na-
h mehrere karirte Zeuge, Tapeten u. dergl. hervorbrin-
nd aus bekannten Regeln leicht erklärbar. Wenn ferner
ht nach ein- oder mehrfacher Reflection und Brechung
ge fällt, so erscheint das Object an einer ganz andern
als wo es sich wirklich befindet, z. B. bei einem Plan-
hinter demselben. Viele Beispiele dieser Art liefert die
nbrechung, die astronomische und terrestrische, die
egelung der *Operngucker*, das *Polemoskop* u. s. w. [1].
eil alle Menschen von frühester Jugend an und dessen
bewufst durch Betastung und eine Menge anderweitiger
ttel allmälig die Fertigkeit erlangen, durch den Sinn des
es über Gröfse, Form und Entfernung der Gegenstände
ilen, so verschmelzen Urtheile und Empfindungen all-
sehr, dafs beide für eins gehalten werden, und nicht
Gesichtsbetrüge herbeiführen, sondern auch den Glau-
nlassen, diese Fertigkeit des Urtheils sey angeboren

. diese Artikel.

und nicht erlernt. Um so wichtiger und interessanter sind Beispiele, aus denen evident hervorgeht, dafs sie blofs Uebung allmälig erhalten werde, wie dieses aus dem Be der Blindgebornen nach der Operation der Fall ist.

Das merkwürdigste und bekannteste Beispiel dieser das von Cheselden erzählte [1]. Dieser operirte das Au Knaben von 13 Jahren, welcher zwar bei starkem Li Farben der Körper, aber nie ihre Gestalten unterschied Nach der Operation konnte er indefs die Farben nicht u terscheiden, und hielt sie nicht mehr für diejenigen, vorher unter diesem Namen gekannt hatte. Die lebhafte ben gefielen ihm am besten, Scharlach schien ihm am sten, Schwarz dagegen mifsfiel ihm sehr, und es bed Zeit, bis er sich daran gewöhnte. Von Entfernungen so wenig, dafs er vielmehr glaubte, alles was er sahe, seine Augen, so wie das, was er fühlte, die Haut. G regelmäfsige Formen waren ihm zwar am angenehmste er unterschied keine Gestalten ohne Mühe und ohne w aufmerksame Betrachtung. Von den vielen Namen un welche er in einem Tage kennen lernte, vergafs er di dungen der Bilder mit den Namen, und es dauerte z bis er durch blofses Sehen Hund und Katze unterscheid Er wunderte sich sehr, dafs die Sachen, welche seinem am angenehmsten gewesen waren, nicht auch seinem am besten gefielen; z. B. hatte er erwartet, dafs die geliebten Personen am schönsten aussehen, und die v nen Speisen sein Gesicht am meisten reizen sollten. schienen ihm anfangs bunte Flächen, als er aber nach naten entdeckte, dafs sie Körper mit erhabenen und Theilen vorstellten, war er erstaunt, dafs sie sich eben

1 Phil. Trans. 1728. T. XXXV. p. 402: p. 447. Smn Zinn's Belisar S. 135. Die bei dieser Gelegenheit von Ch machten Beobachtungen haben eine grofse Celebrität erlan sowohl von den Physiologen, als auch von den Psycholo benutzt. Am genauesten mit ihnen übereinstimmend und in Hinsicht noch beweisender wegen des höheren Grades der bei der Patientin sind ähnliche von Wardrop neuerdings Dame angestellte, welche von Jugend auf blind durch eine Pupille sehend wurde. S. Phil. Trans. 1827. II. 529. Im Edinb. Journ. of Science. XI. 20.

agte, welcher von seinen Sinnen ihn betröge. An- er alle Sachen für sehr grofs, als er aber gröfsere sah, n die vorigen sehr klein, und er glaubte nicht, dafs oder kleinere gäbe. So wufste er, dafs das Zimmer les Hauses sey, begriff aber nicht, dafs das Haus ehen könne, als das Zimmer. Vor der Operation r sich nicht viel von den Eindrücken durch das Ge- ihr aber war seine Freude über die stets neuen Ge- unbegrenzt. Ein Jahr nach der Operation brachte die Dünen von Epsom, wo ihn die Aussicht unge- zte, die er eine ganz neue Art von Sehen nannte.

ndern von Cheselden Operirten waren die Erschei- e nämlichen, auch stimmen diejenigen ganz damit welche Grant [1] nach einer ähnlichen Operation beob- und welche Hofbauer [2] und Ware [3] erzählen. Auch erichtet zwei interessante Fälle dieser Art. *Erster* n Knabe von 12 Jahren hatte nach Angabe seiner n grauen Staar auf beiden Augen seit seiner Geburt. nte er Licht und Finsternifs unterscheiden, auch das ht vom Kerzenlichte. Wenn er die Sonne genau o schien sie ihm das Auge zu berühren, auch eine enn sie ihm näher als 12 Z. gebracht wurde. Am li wurde die Operation vorgenommen, die Kapsel der nse war sehr hart, sie selbst flüssig. Nach der Opera- sachte das Licht eine schmerzhafte Empfindung. Nach- Augenlieder einige Minuten geschlossen waren, und ffnet wurden, fand man die Pupille klar, aber der nnte das Licht nicht ertragen. Als Home ihn fragte, he? antwortete er: Ihren Kopf, der mein Auge zu be- heint [4]. Doch konnte er die Gestalt nicht beschreiben. olgenden Tage, als der Lichteindruck weniger schmerzte, me's Kopf sein Auge zu berühren. Am 23sten konnte

igt Mag. IV. I. S. 21.
iträge. II. 2. S. 249.
il. Trans. 1801. p. 382.
il. Trans. 1807. I. p. 85. Bibl. Brit. XXXVII. p. 85. Jahr 1808.
[4] Antwort ist auffallend, indem nicht begriffen wird, wie er kennen konnte, es sey denn durch einen Schlufs von dem nten Orte, welchen der ganze Körper einnahm.

er schwaches Licht ertragen, sagte aus, er sähe mehrere Pe
nen um sich, ohne dafs er ihre Gestalt zu beschreiben
mochte.

Der zweite Fall ist weniger instructiv, indem das
Auge noch helle Farben, bis auf einen gewissen Grad, er
und daher auch nach der Operation die Entfernungen,
aber die Umrisse unterscheiden konnte [1].

Die Philosophen haben sich sehr bemühet, die A
Weise psychologisch zu erklären, auf welche allmälig die
und Fertigkeit, aus den Eindrücken auf das Auge üb
schaffenheit der Körper zu urtheilen, erlangt wird. I
dere ist dieses durch BERKELEY [2] ausführlich geschehen,
läfst sich das Ganze leicht darauf zurückführen, dafs e
liches Erlernen durch Unterstützung der andern Sinne,
sächlich des Gefühls, statt findet, wobei die erhaltene
nicht genauer und natürlicher mit den Sachen selbst
stimmen brauchen, als z. B. Worte und Namen mit den
neten Sachen, und sie können dennoch zur Begründ
theils hinreichen. Hiermit stimmt die Art und Weise
wie Blinde den Sinn des Gesichtes zu ersetzen pflegen [3].
DERSON, seiner im zweiten Lebensjahre entstandenen
ungeachtet Professor der Mathematik zu Cambridge, er
solche Fertigkeit mit selbstgewählten Figuren durchs
rechnen, dafs er dieses so schnell als ein Sehender zu
mochte [4].

Hier verdient gelegentlich die von MOLYNEUX
fene, und übereinstimmend mit LOCKE [5] beantwortete F
ein Blinder nach dem Sehendwerden eine Kugel von
Würfel unterscheiden würde, kurz erörtert zu werden.
verneinen sie, weil die Empfindungen durch Betastung

---

1 Noch mehrere Fälle findet man erzählt in Notice
loppement de la lumière et des sensations dans les aveugles.
la suite de l'opération de la cataracte faite par le Dr. Fou
1820. 8.

2 Essay on Vision.

3 THÜMMIG Versuch einer gründlichen Erläuterung der
Begebenheiten in der Natur. Halle 1723. 8. St. 1. Art. 7.

4 H. W. CLEMM's mathem. Lehrbuch. 3te Aufl. Stuttg.
144. §. 867.

5 Essay concerning human Understanding. II. chap. 9.

cken auf das Gesicht in keiner natürlichen und nothwen-
Verbindung stehen [1]. Jurin [2] meint dagegen, es werde
auer Betrachtung der Unterschied auffallen, dafs die Ku-
n allen Seiten betrachtet, gleich sey, der Würfel aber
und so würden sich aus den ähnlichen Merkmalen durch
ühl mit denen durch das Gesicht die Unterscheide beider
assen, wenn man erlaube, um die Körper herumzuge-
Eben so urtheilen Saunderson und Priestley, letzterer
i Zusatze, dafs zwar ein Würfel von einer Kugel, aber
nicht vom Quadrat und letztere nicht vom Kreise wür-
erschieden werden. Beim wirklichen Versuche dürfte
Locke's Meinung sich bewähren, weil überhaupt zwi-
em Bilde im Auge und der Form der Körper gar kein
idiger innerer, sondern blofs ein erlernter Zusammen-
itt findet.

s der genauen Erwägung der Art und Weise, auf welche
en, insofern es ein Urtheil über Farbe, Gestalt, Gröfse
fernung der Gegenstände einschliefst, im eigentlichsten
lernt wird, beantwortet sich leicht die so oft bespro-
von vielen mit Unrecht schwierig gefundene Frage, war-
die Gegenstände aufrecht sehen, da doch ihr Bild im
rkehrt sey. Selbst Adams [3] meint noch, bei einem so
Gegenstande, dessen genaue Kenntnifs vielleicht alle
iche Einsicht übersteige, müsse jede Erklärung mangel-
i. Wollte man hierbei überhaupt erforschen, in wel-
türlichen und nothwendigen Zusammenhange die Sin-
ücke mit den durch sie erhaltenen Vorstellungen ste-
ist dieses allerdings eine bis jetzt unauflösliche Aufgabe,
is specielle Problem, wie ein sogenanntes verkehrtes
Auge die äufsern Gegenstände gerade sehen lasse, hat
e Schwierigkeit, und beruhet gröfstentheils auf der fal-
oraussetzung, als ob im Auge Bilder einzelner von den
ibgesonderter Gegenstände wie durch eine vor dasselbe
e Linse entständen, da doch vielmehr alle Gegenstände
natürlichen Zusammenhange und ihrer gegenseitigen
en Ordnung im Bilde vorhanden sind. An welcher

---

ergl. Mydias in J. d. Ph. I. 161. III. 81.
nith Opt. 395.
nweisung u. s. w. S. 66.

Stelle der Retina übrigens die zum Bilde vereinigten Lichtstra
len auffallen, kommt bei dem gänzlichen Mangel eines n
wendigen Zusammenhanges zwischen dem Eindrucke a
Auge und dem Urtheile aus demselben gar nicht in Betrac
insofern das Letztere blofs durch Uebung erlernt ist. Auf
Weise verbinden die Menschen beim Reden verschiedene
chen mit durchaus ungleichen Worten die nämlichen Be
es existirt kein anderer als ein durch Uebung erlernter Z
menhang zwischen den musikalischen Zeichen und den T
welche der Spieler beim Anblick derselben hervorbringt, u
das Thier handelt nach erlernten Zeichen und Worten, o
Kenntnifs ihrer eigentlichen Bedeutung. Uebrigens erge
Menge Erscheinungen, namentlich beim Doppeltsehen m
rere oben erläuterte Gesichtsbetrüge, dafs wir dasjenige n
rechten Seite hinsetzen, was im Auge links liegt, und
kehrt, dafs also die Bilder im Auge wirklich und ohne
hiernach sich auszudrücken, verkehrt sind.

Schon Kepler [1] hat diese Wahrheit erkannt, und n
tern versucht, indem er sagt: wenn die Seele den auf d
teren Theil der Retina fallenden Lichtstrahl empfinde,
trachte sie ihn so, als wenn er von oben herabkomme, u
daher für den oberen Theil, was sich unten abbilde.
sius [2] vergleicht diese Operation sinnreich mit der e
den, welcher zwei einander durchkreuzende Stäbe h
damit das obere und untere Ende einer aufrecht stehen
berühre, indem er sich somit gewöhnen würde, dasje
oben zu halten, was er mit dem Stabe der unteren E
rührte, und umgekehrt. Kaestner [3] hat gleichfalls w
hierüber gehandelt, und darauf aufmerksam gemacht, d
sich nicht vorstellen müsse, die Seele betrachte das
kehrte Bild, sondern dafs letzteres die Empfindung u
gebe. Insbesondere hat auch Lichtenberg [4] die Sache v
ser Seite aufgefafst, indem er es in Zweifel stellt, ob
wichtig dargestellte Frage überhaupt einen vernünfti
habe. In der That denkt man dabei nicht genau dara

1 Paralip. p. 196.
2 Dioptr. cap. VI. §. 10.
3 Hamb. Mag. VIII. St. 4. Art. 8. IX. St. 1. Art. 4.
4 Erxleben's Naturl. 6te Aufl. S. 828.

aufrecht und was verkehrt zu nennen sey. Wenn man
ilde umkehrt, so stehen die darauf abgebildeten Gegen-
ur in Beziehung auf Dinge aufser demselben verkehrt,
Gemälde sind sie immer noch aufrecht, d. h. sie kehren
e gegen den Boden, das Haupt gegen die Decke oder
mel. Eben so ist es mit dem Auge. Nur in Beziehung
sich und sein Verhältnifs zum Menschen nicht empfin-
uge und dessen Stellung gegen seine Umgebungen kann
erzeugte Bild verkehrt nennen, und nur ein zweites
velches das Bild und den Gegenstand zugleich betrach-
l die verkehrte Lage des ersteren wahrnehmen. Dieses
er beim Sehen nicht statt, indem dabei blofs mit sich
ereinkommende Bilder vorhanden sind, welche alle
uf das Bild der Erde oder des Bodens bezogen werden,
ieser Hinsicht aufrecht stehen, d. h. die Füfse gegen den
und was diesem entgegen ist, aufwärts gerichtet. In
inne haben auch neuerdings sämmtliche Physiker und
gen mit sehr wenigen Ausnahmen die Sache aufgefafst.
bemerkt daher Rudolphi [1], dafs wir im Mikroskop
verkehrt, aber in Uebereinstimmung mit sich und dem
träger sehen, und daher durch die Umkehrung nicht
erden. Die Gewohnheit übrigens, durch welche wir
Bilde auf das Object zu schliefsen erlernen, mufs hier-
erücksichtigt werden, denn Leidenfrost [2] versichert,
ndgebornen Jüngling gekannt zu haben, welcher durch
enentzündung das Gesicht erhielt, und wirklich alles
sah, bis er das Gegentheil durch Gewohnheit er-

mit nahe zusammenhängend ist die Frage, warum wir
n Augen die Gegenstände nur einfach und nicht dop-
n, da doch in jedes Auge ein eigenes Bild fällt. Um
nügend zu antworten, mufs zuvörderst untersucht wer-
und auf welche Weise beide Augen zugleich sehen.
neinen mufs angenommen werden, dafs der Mensch bei
Beschaffenheit seiner Augen mit beiden zugleich sieht,
r Winkel, welchen beide Augenaxen im Objecte mit

---

ysiol. II. 227.
m mensch. Geiste. S. 65.
th bei G. LIX. 234.

einander bilden, das vorzüglichste Mittel zur Bestimmung i
Entfernung bei näheren Gegenständen ist, und die tägliche E
fahrung diese Richtung der Augenaxen genugsam bestimmt
Aufserdem ist oben schon bemerkt worden, dafs in Gemäs
der erlangten Fertigkeit des Sehens jeder Gegenstand dahin
setzt wird, wo die Axe des ins Auge fallenden Lichtkegels
letzteren aus verlängert, hintrifft. Fällt diese also, wie
gesunden Auge und einem genau beobachteten Gegenstande
zeit der Fall ist[1], mit der Axe des Auges zusammen, so k
aus von selbst, dafs die beiden Augenaxen verlängert im
sehenen Puncte sich schneiden. Diejenige Ebene, welche
diesen Punct so gefället wird, dafs die den Winkel beid
längerten Augenaxen halbirende Linie auf ihr normal s
Horopter. (*Horopter*), und man nimmt an, dafs alle
Ebene liegende Puncte einfach erscheinen müssen, weil
der derselben auf übereinstimmende Puncte der Netzhaut
Diesen, an sich unbestimmten Ausdruck und den Ge
überhaupt hat Vieth[3] vollständig erläutert. Stellen in
Fig. 229. die verlängerten Augenaxen, S T den Horopter vor, s
freilich alle von dieser Ebene ausgehende Lichtstrahlen
S m nach der nämlichen Seite der Augenaxen fallen,
diesem Sinne eine übereinstimmende Lage haben,
hinsichtlich der Weite des Abstandes von A und B
dieses Letztere unter dem Ausdrucke der übereinst
Lage verstanden, so müfsten die Objecte in einem K
O, U und p liegen, weil alle in diesem liegende W
nämliche Sehne O U umspannen, und folglich
Rücksichtlich der ersteren Bedeutung kann man also
alle Puncte, welche *innerhalb* des parallaktischen W
und seines Scheitelwinkels v fallen, ihre Bilder an
setzten Seiten von A und B haben, alle aber, welche
halb dieser Winkel fallen, an gleichen Seiten.

Hieraus ergiebt sich hinsichtlich des *Doppelt-*
Sehens leicht folgende Regel: *Was im Scheitel des p*
schen Winkels liegt, wird bestimmt einfach gesehen,
nerhalb desselben und seines Scheitelwinkels liegt,

1 Vieth bei G. LIX. 284.
2 Smith. Opt. 43.
3 a. a. O. S. 238. ff.

elt, was aufserhalb beider liegt undeutlich, aber einfach.
der Wahrheit des ersteren Satzes sich zu überzeugen, ist
. Hält man nämlich zwei Stangen, z. B. zwei Bleistifte
ı und zwei Fuſs Entfernung lothrecht, und fixirt abwech-
den einen und den andern mit beiden Augen, so erscheint
icht fixirte doppelt. Besieht man etwas des Abends nahe
Kerzenlichte, so daſs man das letztere zugleich mit wahr-
t, so erscheint dasselbe doppelt. Heftet man beide Augen
nen fernen Gegenstand, und erhebt schnell einen Finger
inger Weite vom Auge, so erscheint er doppelt. Am auf-
lsten ist diese Erscheinung, wenn man ein auf beiden Sei-
rschiedenfarbiges Lineal, die Schärfe nach der Nase gerich-
einem Abstande von wenigen Zollen zwischen beide Au-
ilt, dann einen entfernten Gegenstand fixirt, und hiernach
:hts liegende Fläche des Lineals links, und umgekehrt die
echts in meſsbarem Abstande von einander erblickt. Aus
nblicke der Figur ergiebt sich ferner, daſs ein innerhalb
rallaktischen Winkels liegender Punct x im linken Auge
d links von A und im rechten rechts von B erzeugt, und
heint daher dem linken Auge rechts, dem rechten Auge
Verschlieſst man daher beim Doppeltsehen dieses Punc-
rechte Auge, so verschwindet das links gesehene Bild,
ieſst man aber das linke Auge, so verschwindet das rechts
ıtete. Ein Punct y aber, welcher innerhalb des Schei-
els liegt, macht im linken Auge ein Bild rechts von A,
ten aber links von B, und somit erscheint er dem linken
nks, dem rechten dagegen rechts, weswegen das Ver-
len der Bilder dem vorigen entgegengesetzt ist.
hwerer ist es dagegen, die letztere Behauptung, daſs alle
ılb des parallaktischen Winkels und seines Scheitelwin-
egene Puncte einfach erscheinen, durch Versuche zu be-
weil die erhaltenen Bilder überhaupt zu undeutlich sind.
nn dieses indeſs bewerkstelligen, wenn man einen klei-
genstand, z. B. eine Bleistiftspitze mit beiden Augen
ınd eine andere in ihrer Nähe gleichfalls zu sehen sich
t. Im Allgemeinen liegt indeſs der Beweis schon darin,
ı zwar nur das im Scheitel des parallaktischen Winkels
ıugen liegende Object deutlich, alle andere in der Um-
befindliche Gegenstände aber gleichfalls, jedoch einfach,
der deutlich sieht, sie eben daher auch kaum überall

beachtet. Liegt indefs ein fernes Object im Scheitel des parallaktischen Winkels, ein anderes hell erleuchtetes aber bedeutend näher, so wird letzteres gleichfalls doppelt gesehen, z. B. ein Schmuzfleck auf der Fensterscheibe, wenn man einen fernen Schornstein mit beiden Augen fixirt.

Hiernach wird es leicht, einen oben absichtlich übergangenen Gesichtsbetrug eigener Art zu erklären, welchen Sturm schon gekannt, Vieth[2] aber vollständig erklärt hat. Hat man einen ohngefähr so weit geöffneten Cirkel, als die Entfernung beider Augenaxen beträgt, mit etwas heruntergedrückten Spitzen, das Gewinde gegen die Stirn gekehrt, vor das Gesicht, und richtet beide Augen gegen beide Spitzen, so sieht man die beiden Schenkel m G und m H abgesondert, und zwischen ihnen einen bis an den Durchschnittspunct der Augenaxen reichenden Schenkel m Q. Sind aber die Augen auf einen näheren Punct, z. B. P, gerichtet, so verwandelt sich der lange Schenkel in die Durchkreuzung der Cirkelspitzen, welche einen desto grösseren Winkel bilden, je weiter der Punct P von Q nach den Augen hin entfernt ist.

Fig. 230.

Die Erklärung des Phänomens folgt aus der vorhergehenden Darstellung von selbst. Das Bild des linken Schenkels im rechten Auge nämlich bringt die Erscheinung des abgesonderten Schenkels m G hervor, welcher verschwindet, wenn man das rechte Auge schliefst, das Bild des rechten Schenkels im linken Auge dagegen erzeugt m H; die Bilder des rechten Schenkels dagegen im rechten Auge und des linken Schenkels im linken fallen auf übereinstimmende Stellen der Netzhäute, und bringen die Erscheinung des langen Schenkels hervor. Sind die Augen gegen die Augenaxen auf einen näheren Punct gerichtet, so schneiden die Cirkelspitzen, so durchkreuzen sich diese, und G M H dem linken, g m h dem rechten Auge angehört, wird von selbst folgt, dafs die angegebene Verlängerung entstehen mufs, wenn die Augenaxen in die Cirkelspitzen fallen. Der Kopf des Cirkels wird wegen zu grofser Nähe an der Stirne nicht gesehen, sondern nur etwa das, was jenseits x y liegt. Sollte der Versuch gelingen, so müssen beide Cirkelspitzen gegen das Fenster gerichtet seyn, weil sonst das eine undeutlicher

Fig. 231.

Fig. 230.

---

1 Optik. S. 345. Priestley Gesch. d. Opt. S. 480.

2 G. LVIII. 245.

it beachtet wird, und dadurch verschwindet. Vieth glaubt, isse sich dieses Mittel dazu anwenden, um die Augen mit ehr convergirenden Axen, wenn dieser Fehler durch anhal- es Sehen zu naher Gegenstände erzeugt ist, zu gewöhnen, auf weiter liegende Gegenstände einzurichten, wenn man Cirkelspitzen allmälig erweiterte, und das Durchkreuzen der eren Bilder zu vermeiden suche. Auf allen Fall müfste die- mit Vorsicht geschehen, um nicht das Schielen und Dop- ehen zu veranlassen.

Gesunde Augen besitzen eine, im frühesten Kindesalter n bemerkliche Fertigkeit, ihre Axen gleichzeitig auf den näm- n Punct zu richten, woraus bald eine solche unbewufste ohnheit entsteht, dafs auch die Axe des bedeckten Auges unwillkürlich bewegt, wenn man die des andern unbedeck- ach irgend einem Gegenstande richtet. Indefs haben Kin- icher ohne Ausnahme, und auch Erwachsene, das Vermö- die Augenaxen willkürlich, wohl jederzeit einwärts, un- i seltener auswärts, zu bewegen, woraus das oben erwähnte liche Schielen entsteht. Hiermit zusammenhängend ist eine es Doppeltsehens, welche durch mechanische Verrückung ugenaxen erzeugt wird. Wenn man nämlich einen ent- n Gegenstand mit beiden Augen fixirt, dann den einen pfel mit dem Finger zur Seite drückt, so tritt ein plötzli- Doppeltsehen ein, welches aber allmälig verschwindet, achtet man den Augapfel in schiefer Richtung zu halten irt. Dieses Phänomen, welches Biot [1] ohne Erklärung nt, ist für die Theorie des Sehens von Wichtigkeit, und it andern sogleich zu erläuternden Erscheinungen zu- n.

ach diesen unleugbaren Thatsachen, wovon die meisten m gleichzeitigen Gebrauche beider Augen in unmittelbarer dung stehen, läfst sich nicht zweifeln, dafs der Mensch Regel mit beiden Augen zugleich sieht. Am meisten und ndigsten ist dieses dann der Fall, wenn beide Augen gleich nd für gleiche Entfernungen des deutlichen Sehens einge- sind. Ob dieses wirklich der Fall sey, ist schwer auszu- , und läfst sich nicht völlig sicher dadurch finden, wenn eide Augen auf einen Gegenstand richtet, und abweeh-

[1] Précis. el. II. 372.

selnd das eine um das andere verschliefst, um die Bestimmung nach dem Grade der Helligkeit zu machen, womit jedes einzelne den Gegenstand wahrnimmt, weil hierbei schon zu viel Urtheil mit beigemischt ist. La Hire [1] räth, vor jedes Auge eine mit einer feinen Nadel durchbohrte Charte zu halten, und die beiden Kreise, welche man auf einer weifsen, einige Fufs entfernten Wand dadurch sieht, zur Berührung zu bringen, um nach der Helligkeit die Stärke des Auges zu bestimmen. Am zweckmäfsigsten hält man nach Jurin's [2] Vorschlage ein breites Lineal oder ein Buch an die Seite des einen und dann des anderen Auges, und sieht gegen ein weifses Blatt Papier so, dafs man eine Hälfte nur mit einem, die andere mit beiden Augen sieht, und wechselt hiermit ab, so wird man aus dem Unterschiede der Helligkeit des mit einem und mit beiden Augen gesehenen Theiles in beiden Fällen die Deutlichkeit des Sehens eines jeden einzelnen Auges beurtheilen können.

Die Ursachen, warum wir mit beiden Augen nur einfach sehen, obgleich in jedem unleugbar ein eigenes Bild entworfen wird, sind in dem bisher Gesagten schon enthalten. Wenn wir nämlich einmal zugeben, dafs vermittelst einer individuellen Thätigkeit der Nerven durch das auf der Retina entworfene Bild das Sehen hervorgebracht wird, und wir den Gegenstand dahin setzen, wohin eine auf die Netzhaut in der Mitte senkrechte Linie verlängert trifft, wie schon Porterfield als eigenthümliche Natureinrichtung ansah, so werden wir die beiden Augen das einem jeden zugehörende Bild, beide in allen Stücken identisch, an ein und denselben Ort setzen, und können daher nur *ein* Object sehen, weil in dem Begriffe von zwei in allen Stücken, auch hinsichtlich ihres Ortes, identischen Objecten ein Widerspruch liegt. Aufserdem aber ist unser Urtheil über die gesehenen Gegenstände ein durch Uebung erworbenes, und die hiernach erworbene Fertigkeit schliefst auch die Täuschung des Objectes, der doppelten Bilder ungeachtet, mit ein. Hierfür spricht aufserdem die Analogie, indem wir mit zwei Ohren nur einfach hören, und mit zwei Händen, mit zwei oder mehr Fingern das nämliche Object berührend, nur einfach fühlen, obgleich die Eindrücke auf die Nerven des Gefühls ver-

1 Accidens de la vue. p. 400.

2 Smith. Opt. 479.

1. Sehr instructiv ist in dieser Hinsicht das Phänomen, hes schon Cartesius [2] zur Erläuterung dieser Ansicht an- . Wegen des Abstandes der beiden äufsern Seiten zweier er von einander können wir nie den nämlichen Gegenstand liesen zugleich berühren, sondern die Entfernung dient uns ehr als ein Mafsstab zum Messen. Legen wir daher beide einander, und bringen eine kleine Kugel mit den hierdurch menliegenden äufsern Seiten in gemeinschaftliche Berüh- , so scheint diese uns doppelt. Mit Unrecht verwerfen da- ORTERFIELD und auch Reid [3] den Einfluſs der Gewohn- Letzterer hält die Uebereinstimmung der Mittelpuncte bei- ugen hinsichtlich der erhaltenen Bilder, worauf das Ein- hen beruhet, für angeboren, und bezieht sich dabei auf LDEN's Blindgebornen, welcher nach der Operation sei- weiten Auges sogleich einfach sah. Klügel [4] erinnert hier- richtig, dafs jener Patient vorher mit einem Auge sehen t hatte, und sein Urtheil auf die hierdurch erhaltenen Bil- lein gründete. Man könnte noch hinzusetzen, dafs der- stets von starkem Lichte einen schwachen Eindruck empfun- atte, auch ist das Einfachsehen desselben gleich vom An- an keineswegs erwiesen, weil er überhaupt von den er- en Bildern auf die Beschaffenheit der Objecte zu schliefsen vermochte, sondern dieses erst durch Uebung erlernen . Aufserdem aber läfst sich Leidenfrost's oben er- e Beobachtung hiergegen anführen.

iele konnten sich indefs von den frühesten Zeiten an bis neuesten herab das Einfachsehen mit zwei Augen dennoch rklären, und verfielen daher auf manche künstliche Hypo- . Die beiden hauptsächlichsten unter diesen sind die Gassendi [5] und Newton [6] aufgestellten. Ersterer be- te, man gebrauche beim Sehen stets nur ein Auge und eite bleibe unthätig, letzterer aber leitete das Phänomen

---

S. die weitläuftige Abhandlung von Robineau in J. d. Ph. XII. 329.

Dioptr. Cap. VI. §. 18.

Inquiry into the human mind. p. 257.

Priestley Gesch. d. Optik.

Opera. II. 395.

Opt. qu. 25.

aus einer Vermischung beider Nerven ab, wogegen Porterfield [1] einwandte, dafs nach anatomischen Untersuchungen die Nerven sich nicht vereinigen, sondern nur dicht neben einander liegen, und schon früher hatte Kepler [2] bemerkt, dafs diese Ursache unstatthaft sey, weil es sonst gar kein Doppeltsehen geben könne. Dr. Briggs [3] leitete die Erscheinung aus der gleichen Spannung der übereinstimmenden Theile beider Sehnerven her, vermöge deren sie in gleichzeitige Schwingungen kämen. Dr. Hartley [4] erinnert, dafs die Sehnerven in der Gegend der *sella turcica* sich in einen Nervenknoten oder in ein eigenes ihnen gleichsam besonders zugegebenes kleines Gehirn vereinigen, und daher mehr als andere Theile des Körpers auf einander wirken. So könne es kommen, dafs wir, wenn wir auch blofs mit einem Auge sähen, dennoch in dem andern eine mit dem Bilde vergesellschaftete Empfindung hätten.

Insbesondere suchte du Tour [5] durch verschiedene Versuche, die er in mehreren Abhandlungen bekannt machte, die Behauptung Gassendi's zu unterstützen, dafs die Seele jedesmal nur das Bild in dem einen Auge betrachte. Die vorzüglichsten Versuche desselben sind folgende. Auf ein Stück Pappe klebte er in horizontaler Richtung zwei gleich grofse runde Scheiben von Taffent in einem geringen Abstande von einander, die eine gelb, die andere blau, hielt das Stück Pappe senkrecht gegen die Sonne und richtete jedes einzelne Auge auf eine der Scheiben, in der Meinung, die beiden Farben müfsten sich in die zusammengesetzte grüne verwandeln; allein er sah jederzeit nur eine Scheibe, entweder die blaue oder die gelbe. Weil hierbei die Augen in eine unangenehme Lage kommen, so befestigte er zu zwei, inwendig geschwärzte Röhren ein gelbes und ein blaues Glas, hielt die Röhren zugleich vor beide Augen, und um die Gegenstände hierdurch grün sehen zu müssen, sah er

1 On the Eye. II. 285. Vergl. *Auge* Th. I. S. 541.

2 Dioptr. Prop. 62.

3 Nova visionis theoria. ed. alt. Lond. 1685. 8. p. 25.

4 Observations on Man. I, 207.

5 Mém. de Par. 1743. p. 334. Mém. présentés. III. 514. IV. V. 677.

chselnd entweder gelb oder blau, je nachdem er das eine das andere Auge mehr anstrengte. Endlich schnitt er in arzem Papiere zwei runde Löcher in einer Entfernung von 6 Linien aus, hielt vor das eine ein gelbes, vor das an- ein blaues Glas, und sah durch beide zugleich, so dafs er nämlichen Gegenstand mit jedem Auge nur durch das eine arbigen Gläser sah, allein auch dann erschien er ihm nicht , sondern entweder gelb oder blau.

Diese Versuche mit der Theorie des gleichzeitigen Sehens wei Augen in Einklang zu bringen, hat man verschiedene thesen aufgestellt, wodurch die Sache nicht sowohl erklärt, elmehr nur beseitigt wurde, indem man sagte, es sey dem nur möglich, jederzeit von einem einzigen Farbenein- e afficirt zu werden. Ohne hier die Richtigkeit dieser r zu beweisenden Behauptung näher zu prüfen, lassen sich lesultate der erwähnten Versuche auf eine ganz andere e erklären. Soll die Empfindung der grünen Farbe durch nd Gelb erzeugt werden, so müssen diese beiden farbigen trahlen gleichzeitig und schon verbunden ins Auge fallen. rt man nämlich aus dem Spectrum die übrigen farbigen en, aufser Gelb und Blau, ab, so wird man ohne Weiteres Grün sehen, obgleich beide Farben gleichzeitig in beide fallen, wohl aber entsteht Grün, wenn beide an dem hen Orte zusammenfallen. Dreht man eine Farbenspin- t Gelb und Blau langsam um, so erkennt man beide Far- und sie vereinigen sich erst dann zu Grün, wenn wegen uer des Lichteindrucks beide gleichzeitig das Auge affici- Du Tour konnte daher unmöglich auf die von ihm ge- Weise aus den beiden Farben die gemischte hervorbrin- weil auf allen Fall die Empfindung einer Farbe durch das bedingt ist, nicht aber von der Seele durch Combination t wird, denn sonst würden wir im Regenbogen wie im um blofs Weifs sehen. Indefs fand ich mich veranlafst, gegebenen Versuche mit einigen andern vermehrt zu wie- en, wodurch ich zu folgenden für das Sehen der Farben ganz unwichtigen Schlüssen gelangt bin. 1. Wenn das rgend eine Farbe allein und ohne einen Nebeneindruck ifsen oder anders gefärbten Lichtes wahrnimmt, so schwin- Empfindung des farbigen Lichtes allmälig, und die des n Lichtes tritt zunehmend stärker hervor. Sieht man

daher durch ein langes, inwendig geschwärztes Rohr gegen
nen gefärbten Gegenstand, so wird die Farbe desselben al
blässer, und selbst wenn man anhaltend gegen eine schw
Fläche sieht, nimmt das Dunkel allmälig ab, und scheint
nehmend weifser zu werden. Am meisten ist für mein Auge
ses der Fall bei Blau, weniger bei Grün und noch weniger
Roth. Die Erscheinung vermindert sich, oder verschw
ganz, wenn das Auge nicht völlig vom Rohre umschlossen
und seitwärts einfallendes Licht erhält. 2. Sieht man mit e
Auge durch ein gefärbtes Glas so, dafs man dasselbe nahe
hält, so ist der Eindruck der Farbe anfangs sehr lebhaft, sch
det aber allmälig, und man sieht den Gegenstand nach dem
hältnisse der tieferen Färbung des Glases weniger hell, aber
gefärbt, und so, dafs man zuletzt die Farbe des Glases
nicht mehr erkennt. Blofs die Flamme des Kerzenlichtes
die Sonne machen hierbei eine Ausnahme. Hierin lie
Grund, warum man sich leicht an grüne Brillen so gewöhn
sie keine Empfindung einer Färbung weiter hervorb
3. Wenn man auf gleiche Weise durch zwei ungleich
Gläser, jedes vor ein Auge gehalten, die Gegenstände bet
so schwindet die Empfindung beider Farben nach kurz
und die Helligkeit des gesehenen Objectes liegt im Mitt
schen dem helleren und dunkelern Glase, wenn die Dur
tigkeit beider nicht allzu ungleich ist. Beim künstlichen
len tritt indefs ein Unterschied der Farben wieder hervor.
Bilder sind matter, aber auf allen Fall verschieden gefärbt.

Haldat[1] wurde zufällig veranlafst, ähnliche Versuch
zustellen als die oben mitgetheilten des du Tour, glaubte
aber dadurch zu einem ganz entgegengesetzten Resultate ber
tigt, als was dieser gefunden haben wollte. Inzwischen ist
wohl die durch Gassendi aufgestellte Hypothese, dafs
Mensch jederzeit nur mit einem Auge sieht, als auch die
ton'sche von einer Vereinigung und Durchkreuzung der opti
Nerven beider Augen zur Erklärung des Einfachsehens be
bestreitbarer Erzeugung von zwei Bildern selbst bis in die n
sten Zeiten viele Anhänger gefunden, welche zum Theil
Meinungen vereinigt, und ihre Ansichten durch Versuch
unterstützen gesucht haben. Im Allgemeinen nenne ich

1 Journ. de Phys. LXIII. 387.

ICH [1], JANIN [2], welcher durch Brillen mit grünen und gel-
lauen und rothen Gläsern Grün und Violett zu sehen glaubte,
HER [3], welcher diese Versuche mit gleichem Erfolge wie-
e, v. ARNIM [4], WEBER [5], ACKERMANN [6], ELLIOT [7],
[8], CHARLES BELL [9] u. a., um noch die neueste, durch
ASTON aufgestellte, und in sehr viele Zeitschriften an-
nd mit grofsem Beifalle der Physiologen angenommene
iese kurz zu erwähnen. Nach WOLLASTON findet näm-
ie Halbdurchkreuzung (*semidecussation*) der opti-
Nerven statt, indem die Nerven, welche bei beiden Au-
rechte Seite bilden, in einen gemeinschaftlichen Ast ver-
werden sollen und die von der linken Seite in einen an-
. Es ist wohl als unwidersprechlich anzusehen, dafs diese
iese durch anatomische Gründe nicht widerlegt werden
da die Frage, ob in der *Kreuzungsstelle* (*Chiasma nerv.*
eine wirkliche Durchkreuzung statt finde oder nicht, aller
gen Forschungen ungeachtet noch unentschieden ist. Eben
ifs ist es zugleich, dafs nach dieser Voraussetzung dieje-
Beispiele des Halbsehens, wobei von den betrachteten Ge-
iden in lothrechter Richtung entweder die rechte oder die
eite nicht gesehen wird, leicht erklärbar seyn würde,
ürfte manchen das Räthsel, wie bei unleugbarer Erzeu-

Sammlung der deutschen Abhandl. d. Berl. Acad. 1796. S. 46.
Mém. et observations sur l'Oeil. Lyon et Par. 1772. 8. p. 39.
: Abh. über d. Auge u. seine Krankheiten. Berl. 1776. S. 38.
Von d. Einsaugung u. Durchkreuzung d. Sehnerven. Berl. 1794.
tsche Abh. der Acad. zu Berlin. 1793. p. 3.
G. III. 256.
Reil's Archiv. VI. 296.
HEMHOLT: Sieht d. Mensch mit einem Auge allein, oder mit
zugleich? Ein Beitrag zu Gall's Schädellehre. Kopenh. 1814. 8.
J. ELLIOT Anfangsgründe derjenigen Theile d. Naturlehre, wel-
d. Arzneiwissensch. in Verbindung stehen. A. d. F. von Ber-
eipz. 1784. 8.
W. C. WELLS essay upon single Vision with two eyes. Lond.

Edinb. Journ. of Science N. III. p. 1. N. X. p. 262. Vergl.
aus Biol. VI. 578.

Vergl. Art. *Auge*. Th. I. S. 542. Phil. Trans. 1824. I. 222. Ebinb.
arn. XXII. 420. Ann. of Phil. 1824. Apr. p. 306 u. v. a.

gung von zwei Bildern dennoch nur die Vorstellung von ei
einzigen Objecte entsteht, bedeutend leichter bisher schei
indem hiernach die auf die rechte Seite beider Augen falle
Theile beider Bilder, in einem gemeinschaftlichen Nerve
vereinigt, nur eine einzige Empfindung erzeugten, und de
die auf die linke Seite beider Augen in einen andern. Der
aber streitet hiergegen zuerst Kepler's schon oben erwä
Argument, dafs es hiernach gar kein Doppeltsehen geben k
welches doch bei allen gesunden Augen beim künstlichsten Sc
len augenblicklich eintritt. Zweitens scheint mir hierdurch
neue Schwierigkeit erzeugt zu werden, nämlich auf w
Weise hiernach die Vereinigung beider Hälften des ers
Bildes zu einem gemeinschaftlichen Ganzen erklärbar sey. E
lich drittens wäre indefs diejenige Hemiopie, bei welcher
die über oder unter einer horizontalen Ebene liegenden T
der Objecte gesehen werden, und wovon unbestreitbar
falls Fälle beobachtet sind, nicht wohl erklärbar. In Bez
auf die eigentliche, hier zu untersuchende Aufgabe also,
lich wie es erklärbar sey, dafs beim unleugbaren Vorha
von zwei Bildern in beiden Augen dennoch nur ein ein
ject gesehen werde, geht aus dem bisher Gesagten so v
vor, dafs die ältere Meinung, wonach dieses eine
durch die Erfahrung und Uebung fixirten Urtheils ist, n
als die vorzüglichste, sondern auch als völlig genügend
hen werden mufs. Zur Erläuterung dient aber vorzü
Versuch, wenn man bei verschlossenen Augen mit den F
spitzen der einen Hand eine Kugel hält, und dieselbe
mit den Fingerspitzen der andern berührt, in welchem Fa
wegen der Identität des Ortes nur eine Kugel zu haben
wufst ist, obgleich man sie mit beiden Händen abgesonder
nimmt.

Ohngeachtet indefs die oben aufgestellte Behauptung
der Mensch im normalen und gesunden Zustande sein
mit beiden zugleich sieht, und dennoch aus den ange
Gründen nur die Empfindung eines einzigen Objectes haben
im Allgemeinen vollkommen begründet ist, so dafs es dem
ungemein viele Beispiele, dafs Menschen nur mit einem
sehen, und sicher mehrere, als man vermuthet, weil d
der Fall ist, ohne dafs diejenigen, bei welchen es sich
selbst dieses glauben oder wissen, indem sie der allg

e und ihrer eigenen früheren Erfahrung gemäfs mit bei-
en zu sehen glauben [1]. Viele genauere Untersuchungen
ämlich ergeben, dafs in nicht seltenen Fällen, haupt-
unter den höheren Ständen und bei denen, welche ihre
ehr anstrengen, beide ungleich sowohl hinsichtlich der
en Stärke des Organs, als auch der Entfernung des deut-
hens sind, und indem wiederum meistens das rechte
ere ist, so haben viele die Meinung gehegt, man sehe
ur mit diesem allein [2]. Sehr natürlich also, dafs so
riftsteller, indem sie vorzüglich die Probe mit ihren
Augen machten, das Sehen blofs mit einem als allge-
gel aufstellten. Es wäre überflüssig, eine so oft vor-
le Erscheinung durch Aufstellung einzelner Beispiele
sen, indem ein jeder leicht die Ueberzeugung durch
in seiner Umgebung erhalten kann. Selbst auch Geh-
rähnt, dafs sein linkes Auge äufserst kurzsichtig sey,
e aber in ziemlicher Entfernung deutlich sehe. Er hatte
r gewöhnt, blofs mit dem rechten Auge zu sehen, und
enn er dieses schlofs, um mit dem kurzsichtigen allein
der Nähe zu betrachten, eine schmerzhafte Anstrengung,
a der Gegenstand weiter wegzurücken, und etwas gröfser
n schien, bis das Bild deutlich wurde. Verdrückte er die
, so stellte sich ihm das mit dem kurzsichtigen undeutli-
ene Bild merklich entfernter und gröfser dar. Ein Freund
dagegen, ein aufgeklärter Arzt, behauptete bei gleicher
ät der Augen die Gegenstände mit dem kurzsichtigen um
iner zusehen, welches den optischen Gesetzen weniger
n ist, als Gehler's Angabe. J. Russel [4] erzählt ein Bei-
einem Manne, welcher in Folge von Magenaffectionen mit
a Auge kurzsichtiger und mit dem andern weitsichtiger
s er vorher gewesen war, und so auch Ware [5] von einer
n linkes Auge sehr weitsichtig wurde, das rechte aber
ert blieb. Mehrere Beispiele dieser Art, wo sogar für
gen verschiedene Gläser gebraucht wurden, sind von

---

gl. Vieth bei G. LIX. 243.
adrop Essay's II. cap. I u. II.
rterbuch II. 480.
ab. Phil. Journ. II. 271.
l. chir. Trans. V. 263.

Rudolphi [1] beobachtet, und einer ist von Hall [2] über h
schrieben, auch gedenkt Ware [3] der Sache als einer gu
ungewöhnlichen.

Man könnte veranlafst werden zu vermuthen, dafs P
nen von ungleicher Weitsichtigkeit und Stärke der Augen
der Verschiedenheit der erzeugten ungleichen Bilder eine
pfindung haben müfsten. Allein dieses ist so wenig der
dafs sie bei anfangender und allmälig zunehmender Verd
lung des einen Auges durch den grauen Staar oft lange Zei
sen Fehler gar nicht kennen, wenn sie nicht zufällig durch
alleinigen Gebrauch desselben darauf aufmerksam werden,
ches um so schwieriger ist, weil die meisten Menschen
vermögen, die Augenlieder eines Auges allein zu sch
und man beim erforderlichen Gebrauche eines einzelnen
der Regel sich des stärkeren bedient. Die Erscheinung
solchen Unthätigkeit des einen Auges und die Ursache,
dieselbe nicht bald wahrgenommen wird, fällt alsdann mit
andern zusammen, nämlich dafs Schielende, auch wenn
Augen gleich gut sind, doch nicht doppelt sehen, obgleich
dieses nicht allgemein ist, indem viele Schielende oft mehr
minder doppelt sehen. Das Bild in dem einen, gerade
Gegenstand gerichteten, in der Regel auch stärksten Auge
schon deswegen, weil es in die Mitte desselben fällt, d
hafteste, und übertäubt gleichsam die Empfindung des
so dafs diese allmälig gar nicht beachtet wird, und endlich
verschwindet [4]. Hierbei tritt also der nämliche Fall ein,
allen Bildern der seitwärts liegenden Gegenstände, welche
im Auge erzeugt werden wenn es einen bestimmten
stand fixirt, aber unbeachtet bleiben. Hält man ein
oder Lorgnetten-Glas vor das eine Auge, ohne das
verschliefsen, so empfindet man nur das hellere Bild
ren, und das im zweiten ist so gut als gar nicht vorhanden
ein Auge beschattet, so wird das Bild eines erleuchteten
standes in ihm das stärkere, und daher allein empfunden

1 Physiol. II. 215.

2 Meckel's Archiv. IV. 611.

3 G. LIV. 257.

4 Vieth a. a. O. S. 243.

s erklärt sich auch das oben [1] erwähnte Phänomen, daſs
:h zuerst ein doppeltes Bild entsteht, wenn man den einen
fel zur Seite drückt, allmälig aber beide sich wieder zu
ı scheinen, und das mattere bald ganz verschwindet. Auch
liegt ein Beweis, wie sehr das Urtheil der Seele beim
in Betrachtung kommt.

KPINUS [2] fand, daſs ein Loch in einer Metallplatte von
n. Durchmesser, wodurch er mit dem linken Auge sah,
, und das Gesichtsfeld gröſser wurde, wenn er das rechte
schloſs, und noch mehr, wenn er es mit der Hand be-
. Ob sich hierauf ein allgemeines Gesetz bauen lasse,
ie Thätigkeit des einen Auges vermehrt wird, wenn die
dern ganz aufhört, muſs künftigen Untersuchungen vor-
n bleiben. Wahrscheinlich gehört aber auch dieses Phä-
unter die allgemeine Regel, daſs die Nerventhätigkeit
ksten ist, wenn sie nicht durch andere Nervenaffectionen
wird.

ierhin gehört endlich auch die bekannte Erscheinung, daſs
der der Gegenstände, z. B. die Buchstaben beim Lesen,
r und undeutlicher werden, wenn die Aufmerksamkeit
selben schwindet, entweder wenn die Seele durch Nach-
über irgend eine schwierige Aufgabe angestrengt beschäf-
, oder wenn eine völlige Abspannung der Thätigkeit und
ıgung durch Ermüdung, Schläfrigkeit oder Verfolgen leb-
Bilder der Phantasie stattfindet [3]. *M.*

Gesichtsfeld.

'ampus visionis; champ de vision; *field of vi-*
ist der Raum, den das Auge auf einmal übersieht, und
ebraucht diesen Ausdruck besonders in Beziehung auf
ıre und Vergröſserungsgläser, wo die Gröſse des Gesichts-

Biot Précis él. II. 372.
Nov. Com. Petrop. VII. 303.
Vergl. PURKINJE Beiträge. S. 76. Ueber das Sehen überhaupt
IRT Doutes sur différentes questions d'Optique; in Opuscules
II vol. Par. 1761. SCARELLA in Com. Soc. Bonon. V. 1 u. 446.
u. v. a.

feldes genau berechnet werden kann. In Fernröhren und M
kroskopen ist das Gesichtsfeld ein Kreis, dessen Durchm
man nach der Gröfse des Sehwinkels in Graden und Theil
Graden bestimmt.

Das Gesichtsfeld, welches das *bloſse Auge* mit Deu
keit übersieht, ist schwieriger zu bestimmen, und mag be
schiedenen Individuen ungleich seyn. Wir sehen nur di
genstände deutlich, welche nahe bei der Richtung der A
axe liegen, und es ist schwierig, den Abstand von der Au
zu bestimmen, bei welcher man zum Beispiel noch Buch
und ähnliche kleine Gegenstände deutlich sieht; diese Sch
rigkeit entsteht zum Theil auch daraus, dafs wir alle
sind, sobald wir unsre Aufmerksamkeit auf einen von der
axe entfernten Punct richten, die Augenaxe selbst dahin z
den, und dadurch den Versuch zu unterbrechen. Nach
Erfahrungen glaube ich nicht, dafs man Buchstaben, d
10 Grade von der Augenaxe entfernt sind, noch deut
kennt; kommt es aber blofs auf ein Wahrnehmen der
stände an, so findet dieses selbst bei 45 Graden Abst
der Augenaxe noch statt, ja selbst bis zu 60 Graden hi

Wie das Gesichtsfeld bei Fernröhren und Mikroskop
Beobachtung oder Rechnung bestimmt wird, mufs in
Fernrohr, *Mikroskop*, *Spiegelteleskop* nachgesehen wer

Gestirne.

Astra, *sidera*; les astres; *the stars*. U
Namen Gestirne sind alle jene glänzenden Körper begr
sich uns am Himmel zeigen, und die, als nicht mit
in Verbindung stehend, der täglichen Bewegung der
ren Umdrehung der Himmelskugel folgen. Von den F
nen, den Planeten, dem Monde, der Sonne, so wie
belflecken, der Milchstrafse u. s. w. handeln eigne Arti

Unter Gestirn versteht man aber auch ein Stern
diejenige Verbindung von Sternen, die man unter einem
gen Namen, um sich leichter am Himmel zu orientiren,
men gefafst hat; man spricht daher von dem Gestirne d
ders u. s. w. hiervon s. Art. *Sternbilder*.

Getriebe; s. Rad und Getriebe.

Gewicht.

Schwere; *Pondus*; Poids, pesanteur; *Weight, ty.* Es ist eine Eigenthümlichkeit sowohl bei den Deut- als auch bei den Engländern und Franzosen, dafs sie un- t einer scharfen und bestimmten Feststellung der Begriffe h die Bedeutungen der angegebenen Worte nicht fixiren, würde mir lieb seyn, wenn in dieser nicht so ganz klein- Sache die Deutschen mit einem guten Beispiele vorange- llten. *Schwere (gravitas*; Pesanteur; seltener gra- *Gravity)* ist die Wirkung der gegenseitigen Anziehung n der Erde und jedem in nicht grofser (den Halbmesser e als Einheit angenommen) Entfernung von ihrer Ober- befindlichen Körper. Aeufserungen derselben sind das t der Körper und somit auch des *Druck*, welchen sie äfsheit dessen gegen jede feste, halbflüssige und flüssige ge oder jede ihrer Bewegung des freien Fallens widerstre- ubstanz' ausüben, und der *Fall* derselben, welcher wie- in freier oder in einer gegebenen Bahn seyn kann. Im könnte man jene erstere das Bestreben zu fallen, diese dagegen die wirkliche Realisirung jenes Bestrebens nen- onach also in Beziehung auf diese Effecte die Schwere e heifsen würde, was die Körper zum Fallen sollicitirt, fern hierbei die Anziehung der Erde gegen die Körper che Messungen unendlich grofs in Vergleichung mit der ng dieser letzteren gegen jene ist, bis jetzt aber noch erschied dieser Einwirkung der Erde rücksichtlich der lenen Materien aufgefunden wurde, so folgt nothwen- s alle Materie an sich gleich schwer seyn mufs, mithin e durch einen gegebenen Raum begrenzte Materie oder rper, und dafs es also keine relative, respective oder ie Schwere geben kann; welcher Ausdrücke man sich da- niemals bedienen sollte. Es folgt aus diesen Sätzen ferner dig, dafs alle Körper nach ganz gleichen Gesetzen fallen weil jedes einzelne Element derselben von der Anziehung auf gleiche Weise afficirt wird[1]. Dagegen ist das Gewicht

---

[1] ber den Unterschied der Schwere an den verschiedenen Orten rde s. Art. *Schwere.*

und somit auch der hieraus hervorgehende Druck gegen [illegible] eine Unterlage oder eine dem Fallen widerstehende Sch[illegible] verschieden, indem dieses durch die Summe der Wirkungen [illegible] einzelnen durch die Schwere zum Fallen sollicitirten od[illegible] gen die Erde gezogenen Elementes der Körper gegeben w[illegible]

Gewicht (pondus; poids; *weight)* ist also die S[illegible] der Bestrebungen, wodurch die gesammten Elemente ein[illegible] pers zum Fallen getrieben werden, und mufs dasselbe [illegible] der Quantität dieser Elemente direct proportional seyn, [illegible] gesetzt, dafs die letzteren an Masse einander gleich sind. [illegible] Frage, welche bei vielen physikalischen Untersuchung[illegible] grofser Wichtigkeit ist [1], kann hier ganz vernachlässig[illegible] indem die gröfseren Elemente als mehrere vereinte kl[illegible] trachtet werden könnten, wonach also die allgemeinen [illegible] mungen über die Schwere und das Gewicht durchaus [illegible] Abänderungen unterliegen. Insofern aber die Summ[illegible] einzelnen, gegen die Erde gravitirenden, Elemente ei[illegible] lute Gröfse ist, oder durch ein bestimmtes gegebenes [illegible] messen wird, heifst dieses Gewicht der Körper ih[illegible] (*pondus absolutum*; poids absolu, *weight [illegible] absolute or true gravity)*, und wird durch die [illegible] schiedenen Ländern übliche Normal-Gewicht-Ein[illegible] Pfund, Gramme u. s. w. ausgedrückt. Die Bestim[illegible] Gewichte wird vermittelst der Waage in gröfserer od[illegible] rer Schärfe erhalten. In den verschiedenen Ländern [illegible] ungleiche Normal-Gewichte eingeführt. Weil dies[illegible] den Bestimmungen der Längen und Räume zusammen[illegible] es daher am besten ist, diese insgesammt zugleich zu [illegible] so verspare ich die hierher gehörigen Angaben für den [illegible] und eben so wird das für die genauere Bestimmung der [illegible] erforderliche Werkzeug, die Waage, besonders be[illegible] werden. Es mag daher hier die Bemerkung genügen, [illegible] das Gewicht der Körper, sofern dieses eine Function der [illegible] ist, letztere aber einer durch die geographische Brei[illegible] Erhebung über die Meeresfläche erzeugten Veränderu[illegible] liegt, hiernach gleichfalls verschieden seyn mufs. W[illegible] die Normalgewichte gleichen Bedingungen unterliegen,

1 Vergl. *Materie.*

h sie zu wiegenden Körper, wenn man sich anders keiner er gebräuchlichen und selten hinlänglich feinen Federwaage nt, so kann man mit Vernachlässigung des kleinen hieraus ringenden Unterschiedes das absolute Gewicht der Körper überall auf der Oberfläche der Erde gleich betrachten. Oft t man indefs das absolute Gewicht der Körper zu erhalten, man blofs das relative derselben gefunden hat. In den en Fällen, namentlich, wo die Gewichtsbestimmung für den el, die Oekonomie und Technologie gesucht wird, ist die- Unterschied geringer als die Fehlergrenze der Bestimmung aupt, und kann daher füglich vernachlässigt werden, bei nschaftlichen Untersuchungen dagegen kommt er allerdings trachtung.

Das *relative* oder *respective Gewicht* der Körper *(pondus ivum*; pesanteur respective, poids relativ; *rela- ravity)* wird gegeben, wenn dieselben um einen aliquo- heil ihres absoluten Gewichtes getragen werden. Wenn in Körper sich im Wasser befindet, so verdrängt er ein n Volumen genau gleiches Quantum desselben, und wird ch genau um so viel weniger wiegen, als das absolute Ge- dieses letzteren beträgt, er wird daher nicht mehr sein ganzes ht wiegen, sondern nur so viel, als der Ueberschufs des- über das Gewicht des verdrängten Wassers beträgt, und ist dann sein relatives Gewicht. Wäge z. B. ein gegebe- ürfel von Blei 10 ℔., ein gleich grofser von Wasser 1 ℔., rde jener in Wasser gesenkt nur noch 9 ℔ wiegen, wel- ann sein relatives Gewicht wäre. Der auf diese Weise ende Gewichtsverlust kann mehr als das ganze Gewicht örpers betragen, wobei dann sein relatives Gewicht nega- rden mufs. Endlich versteht es sich von selbst, dafs die Luft gewogenen Körper gleichfalls so viel von ihrem ab- n Gewichte verlieren, als ein gleiches Volumen von Luft welches sie aus der Stelle treiben. Dieses trifft sowohl wogenen Körper als auch die Gewichtstücke, und mufs ler feinen Gewichtsbestimmung berücksichtigt werden.

Wenn man das absolute Gewicht der Körper, welches als sultat aller in ihm vereinten einzelnen gegen die Erde gra- den Elemente seiner Masse direct proportional ist, und rohl Masse genannt wird, mit Rücksicht auf den Raum,

welchen sie einnehmen, oder ihre Volumina mit einander ve-
gleicht, so erhält man ihr *specifisches Gewicht* oder *Eigen-*
wicht (*pondus specificum*; poids spécifique, pesanteur
spécifique [1]; *specific gravity*), welches mit Unrecht m
weilen auch das relative Gewicht genannt wird. Die Bes
mung des specifischen Gewichtes der Körper ist in vielf
Hinsicht sowohl wissenschaftlich als auch rücksichtlich der
wendung auf Technologie, Oekonomie u. s. w. von gr
Wichtigkeit, hauptsächlich weil theils aus dem gegebenen
cifischen Gewichte und dem Volumen das absolute Gewic
aus dem relativen und dem specifischen Gewichte das V
und das absolute Gewicht bestimmt wird, theils weil
specifischen Gewichte allein die Reinheit oder Mischu
schiedener Stoffe erkannt werden kann, und dieser Ge
verdient daher hier eine genaue und umfangende Unters
Im Allgemeinen gilt dabei das aus dem angegebenen
des specifischen Gewichtes von selbst folgende Gesetz, d
gleichem absoluten Gewichte die specifischen sich u
wie die Volumina verhalten, bei gleichem Volumen
die absoluten, und dafs sonach die specifischen Gewich
auch die Dichtigkeiten zweier Körper, im geraden Ver
ihrer absoluten Gewichte und im umgekehrten ihres V
zu einander stehen [2]. Bezeichnen also P′; p′ die spec
Gewichte, P; p die absoluten, V; v die Volumina,
allgemein

$$P' : p' = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}.$$

Indem die Bestimmung des specifischen Gewichtes
Vergleichung des Volumens und des absoluten Gewi
verglichenen Körper beruhet, so kann entweder einer von
als Einheit für einen einzelnen andern angenommen
oder man bestimmt einen gewissen einzelnen Körper
male Einheit für alle übrigen. Man ist ganz allgeme
nügenden Gründen darin übereingekommen, das reine
stillirte Wasser als normale Einheit für alle übrige K

1 Biot Traité. I. p. 344 sagt: pesanteur spécifique, ou p
ment poids spécifique.

2 Vergl. *Araeometer*. Th. I. S. 350.

ıen, weil dieses im nicht verunreinigten Regenwasser in gröfster Menge zu erhalten ist, und sich aufserdem für die meisten Bestimmungen erforderlichen Versuchen :en eignet. Allein nicht blofs die Flüssigkeiten überhaupt sich, wie alle Körper, durch den Einfluſs der Wärme ıdern auch selbst das als Normal-Einheit dienende Was- ılches bekanntlich noch aufserdem seine gröfste Dichtig- ıon einige Grade über dem Gefrierpuncte erhält. Zur ı Grundlage einer Vergleichung mufs daher die durch veränderliche Dichtigkeit des Wassers selbst erst genau ıt werden, und hierin liegt der Grund, warum so viele r hierauf grofse Mühe und vielen Fleifs verwandt haben. ıltate ihrer Bemühungen sind oben [1] genügend vollstän- ;etheilt, wozu seitdem noch eine sehr schätzbare Arbeit ILLSTRÖM [2] gekommen ist. Unterdefs habe ich selbst ihen von Versuchen angestellt, um das Gesetz der Aus- ; des Wassers durch Wärme genau zu finden, deren e zwar noch nicht durch das gelehrte Publicum geprüft ızwischen mufs ich sie für genauer halten als diejenigen, wir bis jetzt besitzen [3]. Indem es aber für die Bestim- es specifischen Gewichtes im Allgemeinen von höchster keit ist, die Dichtigkeitsveränderung des Wassers zu so theile ich hier die aufgefundene Formel und eine des Volumens und der Dichtigkeit des reinen Wassers ı 5 Graden der hunderttheiligen Thermometerscale mit, für einzelne Grade leicht interpolirt werden kann. Ist das Volumen des reinen Wassers bei 0° C. = 1, so olumensvermehrung

$$V = -0{,}0000594732\,t + 0{,}000008210029\,t^2 - 0{,}00000006214072\,t^3 + 0{,}000000000928915745\,t^4.$$

Ausdehnung Th. 1. S. 601. ff.

LXXVII. 129 ff. LXXXV. 530.

ı ausführliche Abhandlung, welche von der Art der Versu- Berechnungen vollständige Auskunft giebt, ist so eben für entarien der Petersburger Akademie d. Wiss. abgesandt, uf diesem oder einem andern Wege bekannt werden. Eine ge Mittheilung würde hier zu viel Raum erfordern; unter- ich versichern, dafs es auf unpartheiischer Prüfung beruhet, len erhaltenen Resultaten den Vorzug vor andern gebe.

Aus dieser Gleichung folgt in genauester Uebereinstimmung mit den Versuchen unmittelbar der *Punct der gröfsten Dichtigkeit des Wassers* bei 3°,78 C. Die nachfolgende Tafel enthält in den beiden ersten Columnen das Volumen und die Dichtigkeit des Wassers für das Volumen = 1 bei 0° C., in den beiden andern die nämlichen Gröfsen für das Volumen = 1 bei 3°,78 C.

t	Volumen	Dichtigkeit	Volumen	Dichtigkeit
0	1,000000	1,000000	1,000111	0,999889
5	0,999900	1,000099	1,000011	0,999989
10	1,000167	0,999833	1,000278	0,999722
15	1,000760	0,999240	1,000871	0,999129
20	1,001643	0,998359	1,001754	0,998246
25	1,002786	0,997221	1,002897	0,997103
30	1,004161	0,995856	1,004272	0,995728
35	1,005745	0,994287	1,005856	0,994144
40	1,007520	0,992535	1,007631	0,992369
45	1,009472	0,990617	1,009583	0,990417
50	1,011591	0,988542	1,011702	0,988298
55	1,013872	0,986318	1,013982	0,986018
60	1,016313	0,983950	1,016423	0,983577
65	1,018918	0,981433	1,019028	0,981028
70	1,021694	0,978766	1,021805	0,978341
75	1,024654	0,975938	1,024765	0,975499
80	1,027814	0,972938	1,027925	0,972483
85	1,031194	0,969749	1,031305	0,969284
90	1,034819	0,966352	1,034930	0,965877
95	1,038720	0,962724	1,038831	0,962249
100	1,042928	0,958839	1,043039	0,958355

Bei den nachfolgenden Untersuchungen über das spec. Gewicht der verschiedenen Körper wird demnach sowohl die eigene durch Wärme veränderliche Dichtigkeit, als auch die des Wassers gehörige Rücksicht genommen werden, wo hinsichtlich des letzteren die so eben mitgetheilten, hinsichtlich der übrigen Körper aber die im Art. *Ausdehnung* enthaltenen Bestimmungen zum Grunde lege [1].

---

1 Die Untersuchung über das spec. Gew. der wässrigen Körper findet sich eben so vollständig als gründlich in Biot de Phys. expér. et math. T. I. d. 344. ff., so dafs ich es für überflüssig halte, ihm nicht zu folgen.

Specifisches Gewicht der Gasarten.

ei der Bestimmung des spec. Gew. der Gasarten nimmt
ie atmosphärische Luft bei einem gewissen Barometerstande
iner bestimmten Temperatur als Einheit an, wobei es
icht schwierig ist, die gefundenen Werthe sämmtlich auf
r zu reduciren, wenn das Gewichtsverhältnifs der atmo-
chen Luft zu demselben mit hinlänglicher Genauigkeit
en ist [1]. Um aber das spec. Gew. der atmosphärischen
ı finden, ist erforderlich, das absolute Gewicht eines ge-
n Volumens derselben zu suchen, welches auf folgende
geschieht. Man nimmt einen mindestens 0,5 Cub. F.
en Ballon von dünnem Glase, oben mit einer messing-
ssung, welche auf eine Luftpumpe aufgeschroben und
elst eines Guerick'schen Hahns verschlossen werden kann,
t diesen möglichst luftleer, hängt ihn an eine feine Waage
stimmt sein Gewicht = P, öffnet den Hahn und läfst
ıärische Luft einströmen, bestimmt das Gewicht aber-
P', so ist P' — P das Gewicht der hineingelassenen Luft.
öthige Vorsichtsmafsregel hierbei ist, dafs man den
icht sogleich nach dem Hineinlassen der Luft schliefst,
ı Luft durch die erlittene Condensirung Wärme ent-
, dadurch ausgedehnt wird, so dafs der Ballon nicht
füllt seyn würde; auch ist nicht zu bezweifeln, dafs
ntlirte Ballon durch den äufsern Luftdruck etwas zu-
gedrückt wird, und sich beim Hineinlassen der Luft
ıusdehnt. Die hieraus erwachsende Correction ist unbe-

---

ie Bestimmungen des spec. Gew. der atmosphärischen Luft
ch bis auf Aristoteles zurückführen s. *Barometer.* Th. I. S.
ley bestimmte das Verhältnifs des Wassers zu derselben wie
Mersenne trieb die Luft durch Glühhitze aus einem Gefäfse,
es, tauchte die Oeffnung desselben unter Wasser, so dafs
m den Antheil der entfernten Luft damit füllte, wog dieses
s, und fand das Verhältnifs = 1300 : 1. R. Boyle wog ex-
nd luftvolle Gefäfse, und fand 938 : 1; Hawksbee auf gleiche
0 : 1; derselbe, Halley und Cotes durch ähnliche Versuche
Königl. Ges. in London = 840 : 1 und 852 : 1 und 860 : 1;
= 800, : 1. Schuckburgh durch sehr genaue Versuche bei
5. Z. Bar. und 51° F. = 836 : 1, welche Gröfse der Wahr-
nahe kommt. Vergl. Hutton Dict. I. 52. Alle diese Bestim-
ıtehen indefs der durch Biot erhaltenen weit nach.

deutend, und man hat sie bisher vernachlässigt. Auf gleiche Weise bestimmt man das Gewicht der übrigen Gasarten. Ist dann das Gewicht des leeren Ballons $= \pi$, des mit einer Gasart gefüllten $= \pi'$, so ist $\pi' - \pi$ das absolute Gewicht des gegebenen Volumens der Gasart, und $\frac{\pi' - \pi}{P' - P}$ das specifische Gewicht derselben gegen atmosphärische Luft als Einheit angenommen. Diese Bestimmung erfordert aber verschiedene Correctionen, welche aus der Natur der Sache nothwendig folgen. Diese aber, was nicht füglich durch Rechnung corrigirt werden kann, ist die gehörige Reinheit der zu den Versuchen angewandten Gasarten rücksichtlich einer Beimischung theils fremder, theils der Feuchtigkeit, obgleich für die letztere sich eine Correction anbringen läfst, welche aber weit sicherer durch gehörige Sorgfalt bei den Versuchen selbst vermieden wird. Lavoisier ist sehr ausführlich in der Angabe der bei solchen Versuchen zu beobachtenden Vorsichtsmafsregeln; mir scheint indefs die folgende des Verfahren, welches ich aus eigener Erfahrung kenne, hinlängliche Genauigkeit zu geben.

Dafs zuvörderst die für die Versuche bestimmten Gasarten so rein wie möglich bereitet sind, mufs ich voraussetzen. Ich halte es für überflüssig, hierüber Regeln anzugeben, die aufserdem lediglich in das Gebiet der Chemie gehören. Um sie demnächst von aller Feuchtigkeit zu befreien, ist erforderlich, sie vor ihrem Eintritte in das mit Quecksilber gefüllte Gefäfs durch ein etwas langes, mit frischem, gerade bis zur Trockne abgedampften, fein zerriebenen, salzsauren Kalke gefülltes Rohr langsam streichen zu lassen. Weil aber das Quecksilber der pneumatischen Wanne selbst nicht ganz frei von Feuchtigkeit und atmosphärischer Luft ist, so entfernt man beide am sichersten, wenn das zum Auffangen der Gasarten bestimmte Gefäfs aus einem 12 bis 14 Z. hohen Cylinder bestehend, oben mit einer Fassung und einem Hahne versehen ist, worauf ein mit Luft exantlirter Ballon geschroben wird, welcher das Quecksilber der pneumatischen Wanne in jenem Cylinder nach Oeffnung des Hähne in die Höhe saugt, womit man bei wiederholtem Exantliren des Ballons so lange fortfahren mufs, bis das aufsteigende Quecksilber der pneumatischen Wanne in die zum Hahne des Cylinders führende enge Röhre steigt. Will man die Verdünnung noch weiter treiben, so fülle man alsdann erst den Cylinder

u prüfenden Gasart, und nehme diese abermals auf die an-
ene Weise heraus, ohne Gebrauch davon zu machen, um
hr jeden Antheil einer andern, dem Quecksilber und den
den des Cylinders adhärirenden verunreinigenden bis auf
verschwindende Gröfse zu entfernen. Aufserdem müssen
anäle zwischen dem verschliefsenden Hahne des Cylinders
des zum Wägen bestimmten Ballons möglichst kurz und
enge seyn, damit der Antheil der in ihnen unvermeidlich
kbleibenden atmosphärischen Luft verschwindend klein
. Es versteht sich wohl von selbst, dafs der zum Wägen
uft bestimmte Ballon ursprünglich trocken sey. Um aber
denjenigen Antheil von Feuchtigkeit daraus zu entfernen,
er sich aus der atmosphärischen Luft durch Abkühlung ab-
t haben könnte, pflege ich den vorher exantlirten Ballon
ne Campane zu schrauben, welche über frischen salzsauren
auf einen zur Luftpumpe gehörigen Reserve-Teller mit
Pomade gestellt ist, ihn auf diese Weise wiederholt mit
er Luft zu füllen und zu exantliren [1]. Auf diese Weise
ich der geringste Antheil von Feuchtigkeit daraus entfer-
und man kann sich der hierfür erforderlichen Correction
en. Welche Correctionen übrigens bei diesen Wägun-
t beachten sind, zeigen folgende Betrachtungen.
st das genau bestimmte innere, durch Wägung mit Was-
fundene [2], Volumen des Ballons bei 0° Temperatur
nem Barometerstande = H durch V bezeichnet, und man
an, dafs die Temperatur auf t steigt oder fällt, der Ba-
rstand in h sich verwandelt, so würde ohne Rücksicht
n Widerstand der Wände dieses Volumen in

Vergl. meine physikalischen Abhandl. Giess. 1816. im Anf.

Die Fassung eines solchen Ballons mufs sich abschrauben las-
Wird er dann mit Wasser gefüllt bei einer gegebenen Tempe-
ewogen, und nachher wenn er wieder leer ist, so giebt der
hied dieser Gewichte, für die Ausdehnung des Wassers durch
ärme corrigirt, sein Volumen. Die Reinigung desselben vom
ist dann schwierig, und nicht gut anders zu bewerkstelligen,
n man ihn erwärmt und öfters die Luft mit einer hineingesenk-
sröhre heraussaugt, ein bei etwas grofsen Ballons mühsames und
liges Verfahren. Dabei mufs die im wasserleeren Ballon ent-
Luft entweder durch Rechnung corrigirt, oder er mufs vor
ägen exantlirt werden.

$$V\,(1 + t.\,0{,}00375)\,\frac{H}{h}$$

verwandelt werden. Indem aber die Wände des Ballons gleichfalls durch Wärme ausgedehnt werden, so wird für die cubische Ausdehnung des Glases = K das Volumen des Ballons

$$V\,(1 + Kt)$$

und wenn dann das absolute Gewicht der im Ballon enthaltenen Luft durch X ausgedrückt wird, so mufs dieses der letzteren Gröfse direct, der ersteren aber umgekehrt proportional seyn, also man erhält also

$$X\,\frac{(1+Kt)\,h}{(1+0{,}00375t)\,H}.$$

Ist das Gewicht des Ballons dann = P, so mufs man berücksichtigen, dafs er so viel weniger wiegt, als die Quantität Luft beträgt, welche er aus der Stelle treibt. Letztere ist dem gefundenen Gewichte der in ihm enthaltenen Luft, und zu dem noch demjenigen Volumen derselben gleich, welches sein seine Wände und die Fassung aus der Stelle getrieben wird. Wird letzteres = e, sein corrigirtes Gewicht aber (P), so ist

$$(P) = P + \frac{X\,(1+Kt)\,h}{(1+0{,}00375t)\,H} + e \ldots\ldots$$

Wird der Ballon bei einer Temperatur = t' und einem Barometerstande = h' mit einer Gasart gefüllt, deren Gewicht bei Temperatur und einem Barometerstande = H durch Y ausgedrückt seyn mag, so wird dasselbe

$$Y\,\frac{(1+Kt')\,h'}{(1+0{,}00375t')\,H}$$

seyn. Wird dann der Ballon abermals bei einem Barometerstande = h'' und einer Temperatur = t'' in der atmosphärischen Luft gewogen, so verliert er durch den aërostatischen Druck der Luft

$$\frac{X\,(1+Kt'')\,h'}{(1+0{,}00375t'')\,H} + e''$$

und ist sein hierbei gefundenes Gewicht = P'', so ist sein corrigirtes

$$(P) = P' + \frac{X\,(1+Kt'')\,h''}{(1+0{,}00375t'')\,H} + e'' - \frac{Y\,(1+Kt')\,h'}{(1+0{,}00375t')\,H}$$

an die beiden gefundenen Werthe von (P) einander so ist

$$P'' - P + \frac{X\,(1+Kt'')\,h''}{(1+0{,}00375\,t'')\,H} - \frac{X\,(1+Kt)\,h}{(1+0{,}00375\,t)\,H} - \frac{Y\,(1+Kt')\,h'}{(1+0{,}00375\,t')\,H} + e'' - e,$$

l der Unterschied von e'' und e als unmerklich vernachläs-den kann, wenn beide Wägungen bei nicht sehr ver-en Barometer- und Thermometerständen vorgenommen wie sich in der Regel voraussetzen läfst, so ist

$$P'' - P + \frac{X\,(1+Kt'')\,h''}{(1+0{,}00375\,t'')\,H} - \frac{X\,(1+Kt)\,h}{(1+0{,}00375\,t)\,H} - \frac{Y\,(1+Kt')\,h'}{(1+0{,}00375\,t')\,H} \quad \ldots\ldots (3)$$

gewogene Gas atmosphärische Luft, so wird $Y = X$, hat

$$\frac{(P'' - P)\,H}{\frac{(1+Kt)\,h}{+0{,}00375\,t} + \frac{(1+Kt')\,h'}{1+0{,}00375\,t'} - \frac{(1+Kt'')\,h''}{1+0{,}00375\,t''}}$$

X auf diese Weise durch Versuche gefunden, so kann jede beliebige Gasart auch Y finden, denn es ist dann

$$\frac{(P'' - P)\,H + \frac{X\,(1+Kt'')\,h''}{1+0{,}00375\,t''} - \frac{X\,(1+Kt)\,h}{1+0{,}00375\,t}}{\frac{(1+Kt')\,h'}{1+0{,}00375\,t'}}$$

Bestimmung des cubischen Inhalts eines zu solchen n bestimmten Ballons findet man am sichersten durch g desselben mit Wasser, weil das Gewicht eines gege-lumens des letztern als genau bekannt angesehen wer-. Dabei kommen indefs einige Correctionen vor, wel-bei der Bestimmung des spec. Gew. der Flüssigkeiten egeben werden sollen. Minder genau würde sein In-Einfüllen des Wassers aus tarirten Gefäfsen gefunden

giebt sich aus dem blofsen Anblick der Formel, wo-Werth von Y gefunden wird, dafs die beiden Glie-in X vorkommt, verschwinden, wenn h und h''; inander gleich sind, also wenn beide Wägungen, so-vollen als auch des leeren Ballons bei gleicher Tem-

peratur und gleichem Barometerstande vorgenommen wurde. Dadurch würde allerdings die Formel viel einfacher werden, allein Biot, welcher mit Arago die feinen Wägungen der Gase angestellt hat, versichert, dafs man hierauf nicht rechnen könne, und ich gebe diesem vollkommen Beifall, denn solche Versuche erfordern längere Zeit als man glaubt, und darauf völlige Gleichheit jener Werthe nicht zu rechnen, wo bei einiger Verschiedenheit von zu grofsem Einflusse sind, dafs man sie vernachlässigen dürfte. Dagegen schlägt Biot sinnreich ein Mittel vor, wodurch die Rechnung bei gr... Genauigkeit vereinfacht wird, nämlich die Wägung des ... Ballons zu wiederholen, nachdem man ihn mit dem Gas ... gewogen hat. Sind hierbei h‴; t‴ und P‴ die ver... Werthe des Barometerstandes, der Temperatur und des Ge... tes des Ballons, so erhält man für diese Wägung mit ... vollen Ballons verglichen

$$Y = \frac{(P'' - P''')\,H + \frac{X(1+Kt'')\,h''}{1+0{,}00375\,t''} - \frac{X(1+Kt''')\,h'''}{1+0{,}00375\,t'''}}{\frac{(1+Kt')\,h'}{1+0{,}00375\,t'}}$$

und da dieser Werth von Y dem oben gefundenen gl... mufs, so kann man beide zusammennehmen, und erh...

$$\frac{(2P'' - P - P''')H + \frac{2X(1+Kt'')h'}{+0{,}00375t''} - \frac{X(1+Kt)h}{1+0{,}00375t} - \frac{X(1+Kt''')h'''}{1+0{,}00375t'''}}{\frac{(1+Kt')\,h'}{1+0{,}00375t'}}$$

In der Regel kann man annehmen, dafs die Tempera... Barometerstände t″ und h″, welche der in der Mitte ... Wägung des vollen Ballons zugehören, das arithmetis... zwischen den bei der ersten und letzten Wägung des le... lons erhaltenen Werthen von t; h und t‴; h‴ ausmac... wenn dieses sich von der Wahrheit nicht merklich ent... verschwinden die Glieder für X von selbst, und man er...

$$Y = \frac{\left[P'' - \frac{P+P'''}{2}\right](1+0{,}00375t')\,H}{(1+Kt')\,h'}$$

als einfachen Ausdruck, um das Gewicht der gewogenen ... ten zu finden.

Es ist oben angegeben, dafs man bei solchen Ver...

streben müsse, trockene Gase zu den Versuchen anzu-
n, und es ist nicht schwer, dieses zu erreichen. Weil
die Wägung in atmosphärischer Luft geschieht, welche
von Dämpfen ist, und um so mehr enthält, je wärmer
so verdient dieses allerdings Berücksichtigung. Wenn
Vägungen, sowohl des leeren als auch des erfüllten Bal-
ei nicht bedeutend verschiedener Temperatur geschehen,
lon aber, bei unveränderter Gröfse, beidemale eine glei-
antität Luft aus der Stelle treibt, so läfst sich leicht zei-
fs die für den Feuchtigkeitszustand der Luft erforderliche
ion als eine verschwindende Gröfse füglich vernachlässigt
kann. Weil indefs Biot sie in seine Formeln mit auf-
nen hat, und die Sache unten bei der Bestimmung des
ew. der Flüssigkeiten abermals vorkommt, so möge sie
ichfalls mitgetheilt werden.

ist oben im Art. *Dampf* gezeigt, dafs die Dichtigkeit
asserdampfes im Zustande seiner Sättigung bei gleicher
ratur und unter gleichem Drucke nach meinen Versuchen
ler atmosphärischen Luft beträgt. Gay-Lüssac fand statt
$\frac{10}{16}$ oder $\frac{5}{8}$, und da diese Bestimmung von jener nur un-
nd abweicht, zur Berechnung aber weit bequemer ist,
le ich diese gleichfalls. Ist dann nach dem oben gefun-
Ausdrucke der Inhalt des Ballons

$$\frac{X\,(1+Kt)\,h}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$

die Spannung des Dampfes $= s$ angenommen, das in der
thaltene Gewicht Dampf

$$\frac{5}{8}\cdot\frac{X\,(1+Kt)\,s}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$

---

h. II. S. 377. Diese Dichtigkeit des Dampfes ist für niedrigere
turen die richtigste. Aus allen meinen Versuchen folgt eine
eit $= \frac{10}{15{,}714}$. S. Ebend. S. 384. Ueber den Einfluss der Feuch-
uf das spec. Gew. der Gasarten ist von einigen englischen
n z. B. Apjohn, Sylvester u. a. verschiedentlich gehandelt, oh-
ache auf eine einfache Weise deutlich zu machen. S. Ann.
N. S. III. 385. IV. 29; 195; 260 u. a. a. O. Die ganze Auf-
st sich wie ich glaube, aus demjenigen leicht vollständig be-
, was ich Th. II. S. 398 dieses Wörterbuches über die Ver-
n der Gase und Dämpfe gesagt habe. Gehaltreiche Untersu-
über diesen Gegenstand von Gay-Lüssac u. Thenard finden
Recherches physico-chimiques. II. 74.

und da dieses ein Volumen von Luft, dessen Gewicht

$$\frac{X\,(1+Kt)\,\varepsilon}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$

beträgt, aus dem Ballon verdrängt, so ist das Totalgewicht
im Ballon enthaltenen elastischen Flüssigkeiten

$$\frac{X\,(1+Kt)\,h}{(1+0{,}00375)\,H} - \frac{X\,(1+Kt)\,\varepsilon}{(1+0{,}00375)\,H} + \frac{5}{8}\,\frac{X\,(1+K}{(1+0{,}00}$$
$$= \frac{X\,(1+Kt)\,(h-\frac{3}{8}\,\varepsilon)}{(1+0{,}00375\,t)\,H}.$$

Wird der Ballon also in feuchter atmosphärischer Luft ge
und sein Gewicht = P gefunden, so beträgt nach der obi
getheilten Formel sein ganzes Gewicht

$$(P) = P + X\,\frac{(1+Kt)\,(h-\frac{3}{8}\,\varepsilon)}{(1+0{,}00375\,t)\,H} + e. \quad (1)$$

Biot behauptet nach eigenen Versuchen und nach den
rungen Smeaton's, dafs beim Exantliren der Ballons m
die Luft vollständig daraus entfernen könne, dennoch
derjenige Antheil von Dampf, welcher der jedesmaligen
ratur zugehört, als Folge der Verbindung seines
denen der Canäle und Ventile der Luftpumpen, in ihn
bleibe. Wird demnach der Ballon auch mit trocknem
füllt, welches sehr räthlich ist, um einen entstehende
schlag zu vermeiden, so ist nach den oben mitgeth
stimmungen das absolute Gewicht der im Ballon en
Mischung von Gas und Dampf

$$\frac{Y\,(1+Kt')\,h'}{(1+0{,}00375\,t')\,H} - \frac{Y\,(1+Kt')\,\varepsilon'}{(1+0{,}00375\,t')\,H} + \frac{3}{8}\,\frac{X\,(1+}{(1+0{,}0}$$
$$= \frac{Y\,(1+Kt')\,(h'-\varepsilon')}{(1+0{,}00375\,t')\,H} + \frac{5}{8}\,\frac{X\,(1+Kt')\,\varepsilon}{(1+0{,}00375\,t')\,H}$$

Wird dieser so gefüllte Ballon wieder in der feuchten
rischen Luft gewogen, deren Temperatur und Druck = t
sind, wodurch also zugleich ε' in ε'' und e' in e'' ver
werden, und ist sein Gewicht = P'' gefunden, so ist
rigirtes Gewicht

$$(P) = P'' + \frac{X\,(1+Kt'')\,(h''-\frac{3}{8}\,\varepsilon'')}{(1+0{,}00375\,t'')\,H} - \frac{Y\,(1+Kt'}{(1+0{,}00}$$
$$- \frac{5}{8}\,\frac{X\,(1+Kt')\,\varepsilon'}{(1+0{,}00375\,t')\,H} + e'' \ldots\ (2)$$

Zieht man die Gleichung 1 von der Gleichung 2 ab.

idet (P) aus beiden, und man erhält, wenn der unbe-
de Unterschied $e''' - e' = 0$ gesetzt wird

$$'-P+\frac{X(1+Kt'')(h''-\frac{3}{8}\varepsilon'')}{(1+0{,}00375\,t'')\,H}-\frac{X(1+Kt)(h-\frac{3}{8}\varepsilon)}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$
$$-\frac{Y(1+Kt')(h'-\varepsilon')}{(1+0{,}00375\,t')\,H}-\frac{3}{8}\frac{X(1+Kt')\varepsilon'}{(1+0{,}00375\,t')H} \quad (3)$$

hineingelassene Gas atmosphärische Luft, so ist $Y = X$,
an findet aus der Gleichung

$$\frac{(P''-P)\,H}{\frac{+Kt)(h-\frac{3}{8}\varepsilon)}{+0{,}00375\,t}+\frac{(1+Kt')(h'-\frac{3}{8}\varepsilon')}{1+0{,}00375\,t'}-\frac{(1+Kt'')(h''-\frac{3}{8}\varepsilon'')}{1+0{,}00375\,t''}} \quad (4)$$

nn auf diese Weise X gefunden ist, und als bekannt in
ichung substituirt wird, so ist

$$\frac{1}{\frac{+Kt')(h'-\varepsilon')}{+0{,}00375\,t'}}\left\{(P''-P)H-\frac{3}{8}\frac{X(1+Kt')\varepsilon'}{1+0{,}00375\,t'}+\frac{X(1+Kt'')(h''-\frac{3}{8}\varepsilon'')}{1+0{,}00375\,t''}-\frac{X(1+Kt)(h-\varepsilon)}{1+0{,}00375\,t}\right\} \quad (5)$$

das spec. Gew. der Gasarten $= \frac{Y}{X}$ gefunden wird. Biot

vor, das Gas im Ballon durch ein Alkali auszutrocknen,
$\varepsilon = 0$ zu machen und die Formel abzukürzen, allein
Mittel scheint mir unsicher, weil zu leicht von dem ge-
en Alkali etwas zurückbleiben kann, das Verfahren auch
vielfache Manipulation des Ballons erfordert. Ungleich
er ist es, den Ballon, nachdem er zuerst leer, dann mit
illt gewogen ist, abermals zu exantliren, nochmals zu
, und aus der Vergleichung der zweiten mit der dritten
; für die veränderten Werthe P'''; t'''; h''' und ε''' für
lute Gewicht, die Temperatur, den Luftdruck und die
folgende Spannung des Wasserdampfes den Werth von
ie angegebene Weise zu suchen. Indem dann beide
von Y einander gleich seyn müfsten, so hat man ohne
tige Rechnung aus den drei Wägungen

$$\frac{P''-\frac{P+P'''}{2}\Big]H-\frac{3}{8}\frac{X(1+Kt')\varepsilon'}{1+0{,}00375\,t'}}{\frac{(1+Kt')(h'-\varepsilon')}{1+0{,}00375\,t'}} \quad (6)$$

Bei allen diesen Formeln ist allezeit angenommen, dafs das innere Volumen des leeren und mit Luft erfüllten Ballons in Rechnung komme. Biot glaubt dieses bei der Benutzung der vortrefflichen, durch Fortin verfertigten Luftpumpe des Instrumentes voraussetzen zu dürfen, und empfiehlt nur den Feuchtigkeitszustand der Luft auch in sofern zu berücksichtigen, als an der Aufsenseite des Ballons eine sehr dünne Schicht Feuchtigkeit haben anzulegen pflege, welche bei allen Wägungen sorgfältig unverändert zu erhalten sey. Mir scheint indefs hieraus keine Schwierigkeit zu erwachsen, wenn der Ballon vor den Versuchen mit trockenen Tüchern hinlänglich gereinigt ist, man bei nicht zu feuchter Witterung in trockenen Zimmern operirt, und die Exantlirung nicht so schnell geschieht, dafs durch plötzliche Abkühlung des Ballons sich eine nicht wahrnehmbare Schicht Feuchtigkeit auf der Oberfläche desselben ansetzen könnte, welche indem sie bei Wiederherstellung der Temperatur wieder verschwindet. Selbst die Feuchtigkeit im Innern des Ballons kann vermieden sigt werden, wenn für die völlige Trockenheit desselben bei den Versuchen gesorgt ist, man denselben nach dem ersten Exantliren einigemale mit völlig ausgetrockneter Luft füllt, wieder exantlirt, und die Gasarten demnächst vor dem Hineinbringen in die Wägen hinlänglich ausgetrocknet werden. Diesem Verfahren gebe ich auf allen Fall den Vorzug, schon deswegen, weil die Correction wegen der Feuchtigkeit den Sättigungszustand der Luft mit Wasserdampf voraussetzt. Dagegen scheint es mir nothwendig, in Beziehung auf den aërostatischen Einfluss der feuchten Luft auf das Gewicht des Ballons ihren Feuchtigkeitszustand durch das Hygrometer zu erforschen, und diesen in Rechnung zu bringen. Zugleich scheint es mir ganz unnachlässlich, den Rest der im Ballon nach dem Exantliren zurückbleibenden Luft zu berücksichtigen, wobei Biot bemerkt, dafs es dazu einer sehr verwickelte Untersuchungen führen würde, wenn man den Rest der noch etwa vorhandenen Feuchtigkeit nicht vernachlässigen wollte. Um so mehr bin ich der Meinung, dafs die Versuche nur mit ausgetrockneten Gasarten angestellt werden müssen, und zwar sonst der Feuchtigkeitszustand hinsichtlich des Sättigungsgrades mit Dampf so äufserst schwer bestimmt ist, und sich bei jeder Veränderung der Temperatur ändert.

Ist demnach beim Exantliren der Unterschied der Quecksilberhöhen in beiden Schenkeln eines für solche Ver-

ls und mit grofser Sorgfalt bereiteten Heberbarome-
: Θ in dem nämlichen Mafse ausgedrückt, worin das Ba-
r gemessen wird, so ist der im Ballon bleibende An-
uft

$$\frac{X\,(1+Kt)\,\Theta}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$

er um diese Gröfse mehr wiegt, als er im leeren Raume
n und völlig leer wiegen würde, so ist sein für diese
und das Gewicht der verdrängten Luft corrigirtes Ge-

$$P+\frac{X(1+Kt)(h-\frac{3}{8}\varepsilon)}{(1+0{,}00375\,t)\,H}-\frac{X(1+Kt)\,\Theta}{(1+0{,}00375\,t)\,H}+e \quad (1)$$

dann vorausgesetzt wird, dafs die Temperatur t der im
gebliebenen Luft sich nicht ändert, oder der Einfluſs ei-
ingen Aenderung als unbedeutend vernachlässigt werden
and man läfst in den leeren Ballon trockenes Gas, bis er
anz angefüllt ist, so ist das Totalgewicht dieser Mischung
r Temperatur $=t'$ und einem Barometerstande $=h'$:

$$\frac{Y\,(1+Kt')\,(h'-\Theta)}{(1+0{,}00375\,t')\,H}+\frac{X(1+Kt'')\,\Theta}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$

: dann abermals bei einer Temperatur $=t''$, einem Ba-
ıtande $=h'$ gewogen, so ist sein corrigirtes Gewicht

$$P''+\frac{X(1+Kt'')\,(h''-\frac{3}{8}\varepsilon'')}{(1+0{,}00375\,t'')\,H}-\frac{Y(1+Kt')\,(h'-\Theta)}{(1+0{,}00375\,t')\,H}$$
$$-\frac{X\,(1+Kt)\,\Theta}{(1+0{,}00375\,t)\,H}+e'' \quad \ldots \quad (2)$$

beiden Gleichungen P und P″ sein uncorrigirtes Ge-
:zeichnet. Wird die Gleichung 1 von der Gleichung 2
:n und $e''-e=0$ gesetzt, so erhält man

$$-P+\frac{X(1+Kt'')\,(h''-\frac{3}{8}\varepsilon'')}{(1+0{,}00375\,t'')\,H}-\frac{X(1+Kt)\,(h-\frac{3}{8}\varepsilon)}{(1+0{,}00375\,t)\,H}$$
$$-\frac{Y(1+Kt')\,(h'-\Theta)}{(1+0{,}00375\,t')\,H} \quad \ldots \quad (3)$$

ichung, welche mit der oben unter Nr. 3. gegebenen
t, mit Ausnahme des letzten Gliedes, welches die
keit im Ballon corrigirt, und dafs im dritten Gliede der
n gebliebene Antheil Luft corrigirt ist. Hieraus findet

$$Y = \frac{(P'' - P)\,H + \frac{X(1+Kt'')(h'' - \frac{3}{8}\varepsilon'')}{1+0{,}00375\,t''} - \frac{X(1+Kt)(h+\frac{3}{8}\varepsilon)}{1+0{,}00375\,t}}{\frac{(1+Kt')\,(h'-\Theta)}{1+0{,}00375\,t'}}$$

Diese Gleichung läfst sich auf gleiche Weise vereinfachen, w
man den Ballon abermals bis auf die Spannung der innere
$=\Theta$ exantlirt, eine neue Wägung vornimmt, welche de
änderten Gröfsen P'''; t''; h''' und ε''' zugehört, die erh
Werthe mit denen bei der zweiten Wägung (des luf
Ballons) gefundenen vergleicht, und hieraus

$$Y = \frac{(P'' - P''')H + \frac{X(1+Kt'')(h'' - \frac{3}{8}\varepsilon'')}{1+0{,}00375\,t''} - \frac{X(1+Kt''')(h'''+\frac{3}{8}\varepsilon''')}{1+0{,}00375\,t'''}}{\frac{(1+Kt')(h-\Theta)}{1+0{,}00375\,t'}}$$

erhält. Wenn dann die Veränderungen der Temperatur
Luftdruckes nicht sehr bedeutend sind, wie sich bei
Versuchen voraussetzen läfst, so erhält man auf gleiche
wie oben

$$Y = \frac{\left[P'' - \frac{P+P'''}{2}\right](1+0{,}00375\,t')\,H}{(1+Kt')\,(h'-\Theta)}$$

Diese letztere Formel gewährt die sichersten Resultat
man nur dafür sorgt, dafs der Ballon vorher hinlängl
getrocknet ist, welches durch wiederholtes Anfüllen
ner Luft und Exantliren sicher bewerkstelligt werden k
die zum Gewogenwerden in den Ballon gebrachten G
länglich trocken sind, welches man durch Anwendung
sauren Kalkes gleichfalls eben so leicht als sicher erre
dafs der Ballon völlig genau schliefst, um nach dem E
keine Luft eindringen zu lassen. Letzteres ist schwier
man gemeiniglich glaubt; denn so unbedeutend es ist,
so genau einzuschleifen, dafs sie ohngefähr luftdicht s
so schwer ist eben dieses, wenn es darauf ankommt, d
nicht der geringste Antheil von Luft eindringt. Man
her den Ballon exantliren, den Barometerstand hierbei
merken, dann den Ballon einige Tage stehen lassen,
auf die Luftpumpe schrauben, durch einige Kolben

e derselben luftleer machen, und demnächst den Hahn öff-
um zu sehen, ob der beim Exantliren desselben beobach-
nterschied der Barometerstände noch der nämliche ist. Es
hst wichtig, bei Versuchen solcher Art diese Probe nicht
erflüssig zu halten.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Uebersicht der speci-
n Gewichte des gröfsten Theils der bekannten Gasarten und
mpfe. Die meisten dieser Bestimmungen sind von THOM-
diejenigen aber, wo die Quelle nicht nachgewiesen ist,
h gröfstentheils aus BIOT [2] entnommen, und zugleich die
ewichte hinzugesetzt, wenn diese mitgetheilt waren; die
mungen von MEINECKE sind durch Berechnung der Be-
eile nach den Atomengewichten erhalten [3], und eben so
gen, welche ich nach den Angaben von L. GMELIN [4] aufge-
n habe. Sie sind auf die von diesem Chemiker angenom-
Gröfsen der Mischungsgewichte gegründet, wonach ein
auerstoffgas 16, ein Mafs Stickgas 14 und 1 Mafs koh-
s Gas 22 wiegt. Es wird dann ferner angenommen,
atmosphärische Luft aus 21 Mafs Sauerstoffgas, 78,95
und 0,05 Kohlensäure besteht. Heifst dann das spec.
es ersten x, des zweiten y, des dritten z, so ist
78,95 y + 0,05 z = 1. Ferner ist 7 x = 8 y, und 11 x = 8 z,
raus sind die spec. Gew. des Sauerstoffgas, Stickgas
r Kohlensäure bestimmt. Nach einer dieser Gröfsen
spec. Gew. der übrigen der Gröfse ihres Mischungsge-
proportional gefunden, mit Rücksicht darauf, ob sie im
gen Zustande eine ein-, zwei- oder vierfache Ausdeh-
ben. Einige Bestimmungen, bei denen diese Bedingun-
n problematisch sind, werden vorläufig als ungewifs mit
agezeichen versehen. Da die Wägungen der Gase mit

---

s Ann. of Phil. XVI. 161. ff.
aité u. s. w. I. 383. Die daselbst mitgetheilte Tabelle ist
n aus Ann. Chim. et Phys. 1. 218, wo man sie mit den lite-
Nachweisungen der angestellten Versuche findet.
G. LIV. 159. Eine Tabelle der spec. Gewicht der Gasarten
fe von GILBERT findet man in dessen Ann. LIV. 186. Bei
n tritt der merkwürdige Umstand ein, dafs sich ihre spec.
ihre Atomgewichte verhalten. S. Berzelius Jahresbericht für
t.
dessen Handbuch d. theor. Chemie. Frankf. 1827. I. S. 136.

Namen der Gase	Spec. Gew.	Atomg.	Beobachter
Arsenikwasserst. Gas	2,69600	4.00	Dumas[1]
Phosphordampf - -	0,83330	1,500	Thomson
Kohlendampf - -	0,41660	0,750	Thomson
Schwefeldampf - -	1,11110	2,000	Thomson
— — - -	1,10926?	—	Gmelin
Jod-Dampf - - -	8,68050	15,625	Thomson
— — - - -	8,61950	—	Gay-Lüs
— — - - -	8,71600	—	Dumas
— — - - -	8,66610	—	Gmelin
Wasserdampf - -	0,62349	—	Gay-Lüs
— — - -	0,63619	—	Muncke
— — - -	0,62500	—	Meinecke
— — - -	0,62390	—	Gmelin
Quecksilberdampf -	6,97600	—	Dumas
Alkoholdampf - -	1,61330	—	Gay-Lüs
— — - -	1,25035	—	Muncke[2]
— — - -	1,59700	—	Meinecke
— — - -	1,59460	—	Gmelin
Schwefelätherdampf -	2,58600	—	Gay-Lüs
— — — -	1,65072	—	Muncke[3]
— — — -	2,56900	—	Meinecke
— — — -	2,56520	—	Gmelin
Schwefelkohlenst.Dampf	2,64470	—	Gay-Lüs
Hydriodnaphthadampf	5,47490	—	Gay-Lüs
— — —	5,37300?	—	Gmelin
Terpentinspiritusdampf	5,01300	—	Gay-Lüs
Salpetrigs. Dampf -	2,63800	—	Meinecke
Schwefelkohlenst.Dampf	2,6447	—	Gay-Lüs
— — —	2,6380	—	Meinecke
— — —	2,6345	—	Gmelin
Salzätherdampf - -	2,21900	—	Thénard
— — - -	2,26710	—	Gmelin
Schwerer - - - -	3,44340	—	Colin. Ro
Blausäuredampf - -	0,94760	—	Gay-Lüs
— — - -	0,93740	—	Meinecke
— — - -	0,93590	—	Gmelin
Chlorcyandampf - -	2,15300	—	Meinecke

1 Ann. Chim. Phys. 1826. Dec. 1827. Jan. Dumas hat mehrere Messungen mitgetheilt. Sein Verfahren scheint mir aber keine grosse Genauigkeit zu geben.

2 S. *Dampf*. Th. II. S. 891.

3 Ebend. II. S. 894.

her ist das specifische Gewicht der Gase in Vergleichung sphärischer Luft, letztere als Einheit angenommen, un-

Es ist indefs in vielfacher Hinsicht nothwendig, das ifs der Dichtigkeit zwischen der atmosphärischen Luft ser genau zu kennen, und es war daher ein verdienst- ternehmen von Biot und Arago, dafs sie diese Be- mit gröfster Sorgfalt aufzufinden sich bemüheten. Das rzu erforderliche und mit hinlänglicher Ausführlichkeit ene Verfahren besteht darin, dafs man einen Ballon t destillirtem Wasser und nachher mit trockner atmo- er Luft gefüllt genau wiegt, die oben mitgetheilten nen für die Ausdehnung durch Wärme und den aërosta- ewichtsverlust berücksichtigt, und dann das corrigirte der Luft durch das corrigirte Gewicht des Wassers di- odurch das specifische Gewicht der ersteren gefunden a das Verfahren übrigens einfach ist, und die dabei nden Regeln schon im Vorigen mitgetheilt sind, so mir genügend, hier blofs die erhaltenen Resultate mit- , wobei ich noch bemerken will, dafs bei jenen Ver- in Frankreich festgesetzte Normalbestimmung berück- urde, wonach ein Cubik-Centimeter reines Wasser im ner gröfsten Dichtigkeit genau 1 Gramm wiegt. Indem unct der gröfsten Dichtigkeit des Wassers durch Biot C. gesetzt wird, und diese Bestimmung von der oben ten = 3°,78 C. um eine nur unbedeutende Gröfse ab- o können hier unbedenklich die von ihm gefundenen eibehalten werden.

fand also das Gewicht eines Cubik-Centimeters trockne ische Luft bei 0° Temperatur = 0,001299541 Gramm, Gewicht des nämlichen Mafses Wasser 1 Gramm beträgt, e Gröfse zugleich das specifische Gewicht der Luft. Wägung aber mit Wasser und trockner Luft angestellt res aber den Punct der gröfsten Dichtigkeit bei 3°,42 ufs die Luft um so viel mehr wiegen, als das Ver- er Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner gröfs- igkeit an gerechnet bis zu 0° Temperatur beträgt, oder gefundene Gewicht der Luft a heifst, die Ausdehnung

---

T Traité. I. 384 ff. Vergl. Tralles bei G. XXVII. 416.

Namen der Gase	Spec. Gew.	Atomg.	Beobachter.
Arsenikwasserst. Gas	2,69500	4.00	Dumas[1]
Phosphordampf - -	0,83330	1,500	Thomson
Kohlendampf - -	0,41660	0,750	Thomson
Schwefeldampf - -	1,11110	2,000	Thomson
— — - -	1,10926?	—	Gmelin
Jod-Dampf - - -	8,68050	15,625	Thomson
— — - - -	8,61950	—	Gay-Lüss.
— — - - -	8,71600	—	Dumas
— — - - -	8,66610	—	Gmelin
Wasserdampf - -	0,62349	—	Gay-Lüss.
— — - -	0,63619	—	Muncke
— — - -	0,62500	—	Meinecke
— — - -	0,62390	—	Gmelin
Quecksilberdampf -	6,97600	—	Dumas
Alkoholdampf - -	1,61330	—	Gay-Lüss.
— — - -	1,25035	—	Muncke[2]
— — - -	1,59700	—	Meinecke
— — - -	1,59460	—	Gmelin
Schwefelätherdampf -	2,58600	—	Gay-Lüss.
— — — -	1,65072	—	Muncke[3]
— — — -	2,56900	—	Meinecke
— — — -	2,56520	—	Gmelin
Schwefelkohlenst.Dampf	2,64470	—	Gay-Lüss.
Hydriodnaphthadampf	5,47490	—	Gay-Lüss.
— — —	5,37300?	—	Gmelin
Terpentinspiritusdampf	5,01300	—	Gay-Lüss.
Salpetrigs. Dampf -	2,63800	—	Meinecke
Schwefelkohlenst.Dampf	2,6447	—	Gay-Lüss.
— — —	2,6380	—	Meinecke
— — —	2,6345	—	Gmelin
Salzätherdampf - -	2,21900	—	Thénard
— — - -	2,26710	—	Gmelin
Schwerer - - - -	3,44340	—	Colin. Rob.
Blausäuredampf - -	0,94760	—	Gay-Lüss.
— — - -	0,93740	—	Meinecke
— — - -	0,93590	—	Gmelin
Chlorcyandampf - -	2,15300	—	Meinecke

1 Ann. Chim. Phys. 1826. Dec. 1827. Jan. Dumas hat mehrere Bestimmungen mitgetheilt. Sein Verfahren scheint mir aber keine grosse Genauigkeit zu geben.

2 S. *Dampf.* Th. II. S. 891.

3 Ebend. II. S. 894.

lsher ist das specifische Gewicht der Gase in Vergleichung
mosphärischer Luft, letztere als Einheit angenommen, un-
ht. Es ist indefs in vielfacher Hinsicht nothwendig, das
ltnifs der Dichtigkeit zwischen der atmosphärischen Luft
Wasser genau zu kennen, und es war daher ein verdienst-
Unternehmen von Biot und Arago, dafs sie diese Be-
ung mit gröfster Sorgfalt aufzufinden sich bemüheten. Das
hierzu erforderliche und mit hinlänglicher Ausführlichkeit
iebene Verfahren besteht darin, dafs man einen Ballon
mit destillirtem Wasser und nachher mit trockner atmo-
scher Luft gefüllt genau wiegt, die oben mitgetheilten
tionen für die Ausdehnung durch Wärme und den aërosta-
n Gewichtsverlust berücksichtigt, und dann das corrigirte
ht der Luft durch das corrigirte Gewicht des Wassers di-
wodurch das specifische Gewicht der ersteren gefunden
Da das Verfahren übrigens einfach ist, und die dabei
lgenden Regeln schon im Vorigen mitgetheilt sind, so
es mir genügend, hier blofs die erhaltenen Resultate mit-
en, wobei ich noch bemerken will, dafs bei jenen Ver-
die in Frankreich festgesetzte Normalbestimmung berück-
wurde, wonach ein Cubik-Centimeter reines Wasser im
seiner gröfsten Dichtigkeit genau 1 Gramm wiegt. Indem
r Punct der gröfsten Dichtigkeit des Wassers durch Biot
42 C. gesetzt wird, und diese Bestimmung von der oben
eilten = 3°,78 C. um eine nur unbedeutende Gröfse ab-
, so können hier unbedenklich die von ihm gefundenen
n beibehalten werden.

ot fand also das Gewicht eines Cubik-Centimeters trockne
härische Luft bei 0° Temperatur = 0,001299541 Gramm,
das Gewicht des nämlichen Mafses Wasser 1 Gramm beträgt,
ene Gröfse zugleich das specifische Gewicht der Luft.
ie Wägung aber mit Wasser und trockner Luft angestellt
steres aber den Punct der gröfsten Dichtigkeit bei 3°,42
mufs die Luft um so viel mehr wiegen, als das Ver-
der Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner gröfs-
htigkeit an gerechnet bis zu 0° Temperatur beträgt, oder
as gefundene Gewicht der Luft a heifst, die Ausdehnung

Biot Traité. I. 384 ff. Vergl. Tralles bei G. XXVII. 416.

des Wassers Δ, so ist das corrigirte Gewicht $a = a(1+\Delta)$. Biot findet für $\Delta = 0{,}0000748$, und sonach ist

$$a = 0{,}001299541 + 0{,}000000097 = 0{,}001299638$$

das Gewicht der atmosphärischen Luft bei $0'',76$ Barometerstand und $0°$ Temperatur gegen Wasser bei gleicher Temperatur. Dieses Verhältniſs der Luft zum Wasser beträgt also $\frac{1}{769{,}44}$, wobei jedoch das Gewicht des Wassers nicht $=1$ seyn kann, sofern es nicht im Puncte der gröſsten Dichtigkeit sich befindet, sondern nach Biot $= 0{,}999925$ gesetzt wird. Soll die trockne atmosphärische Luft mit Wasser im Puncte seiner größten Dichtigkeit verglichen werden, so wird sich dieselbe viel ausdehnen, als der Einfluſs der Temperatur von 0° beträgt, oder es ist

$$a = \frac{0{,}001299541}{1 + 0{,}00375 \times 3°{,}42} = 0{,}00128308 = \frac{1}{779{,}37}$$

das eigentliche specifische Gewicht der Luft gegen Wasser Einheit angenommen.

Betrachtet man den Unterschied der drei nach einander getheilten Gröſsen, so ergiebt sich daraus augenfällig, daß Einfluſs der Temperatur bei Wasser und Luft, und die Nimmung des Punctes der gröſsten Dichtigkeit des Wassers von ganz geringem Einflusse sind. Es scheint mir daher für die Darstellung dieser so oft in Anwendung kommenden Größen überflüssig, die durch Biot und Arago gefundenen nach denjenigen Werthen abermals zu berechnen, welche dem genauer gefunden sind, und auch sonst in diesem überall in Anwendung kommen, wobei bloſs die Coefficienten für die Ausdehnung der Luft und des Glases beibehalten, indem ersterer seitdem nicht verbessert ist, letzterer bei den oben erwähnten Versuchen über die Ausdehnung der Flüssigkeiten abermals von mir geprüft und vollkommen gefunden ist. Inzwischen benutze ich auch hierfür den bei einer Glaskugel unmittelbar gefundenen Coefficienten der Ausdehnung des Glases.

Die genannten französischen Physiker erhielten als Versuchen das corrigirte Gewicht des mit Wasser gefüllten Ballons

1. $P' = 5573{,}792$ Gramm. 2. $P' = 5575{,}0$[illegible]

hieraus das auf 0° C. reducirte, also für die Ausdehnung des sers = △ und die des Glases corrigirte Volumen gefunden eh, so ist

$$V = \frac{P'(1+\Delta)}{1+Kt}$$

ar aber für 1 die Temperatur = 20°,1 C. für 2 dagegen)°,9 C. Hiernach wird

$$V = \frac{5573,792\ (1+0,00177686)}{1+0,0000269446\times 20,1} = 5580,6734$$

$$V = \frac{5575,089\ (1+0,00195974)}{1+0,0000269446\times 20,9} = 5582,8707$$

$$\text{Mittel} = 5581,772$$

ies 5,581772 Liter giebt. Indem aber das Gewicht das mit ner atmosphärischer Luft bei 0° Temperatur und 0,76 Me- rometerhöhe gefüllten Ballons = 7,25323 Grammes gefun- ar, so beträgt das Gewicht eines Liter atmosphärische Luft gleichen Bedingungen

$$\frac{7,25323}{5,581772} = 1,2994498 \text{ Gr.}$$

as Gewicht eines Cubik-Centimeters Luft unter denselben inden

0,0012994498 Grammes.

diese Gröfse auf Wasser bei 0° C. reducirt, also mit $(1+\Delta)$ licirt, so ist △ bei 0° C. = 0,000111 nach der oben mit- lten Tabelle, und das Gewicht der Luft gegen Wasser, bei 0° C. genommen beträgt also

$$0,0012995940 = \frac{1}{769,471}$$

man sie dagegen auf den Punct der gröfsten Dichtigkeit assers reducirt, also durch $1+0,00375\times 3,78$ dividirt, so man

$$\frac{0,0012994498}{1,014175} = 0,00128128 = \frac{1}{780,47}$$

s specifische Gewicht der atmosphärischen Luft.

ie erhaltene Normalgröfse für das Dichtigkeitsverhältnifs mosphärischen Luft gegen Wasser erfordert indefs noch Correctionen. Dasselbe ist nämlich erhalten in Paris un- em Drucke der Atmosphäre, welcher durch eine auf 0° C. rte Quecksilbersäule = 0,76 Meter gegeben war, allein

das Gewicht einer solchen Quecksilbersäule oder des Barometers wird bedingt durch die Schwere, welche nicht überall auf der Erde gleich ist, sondern mit Zunahme der Breite wächst. In Art. *Schwere* wird aber gezeigt werden, dafs die Schwere unter dem 45sten Grade der Breite $= g$ gesetzt unter jedem andern Breitengrade $g' = g(1 - 0{,}0025945 \cos. 2\varphi)$ wird, wenn φ die Polhöhe bezeichnet. Indem aber jene Bestimmung in Paris unter $\varphi = 48° 50' 14''$ nördlicher Breite erhalten wurde, wo $\cos. 2\varphi = 0{,}133554$ ist, so findet man jenes Dichtigkeitsverhältnifs für 45° N. B,

$$\alpha' = \frac{\alpha}{g'} = \frac{0{,}0012994498}{1{,}000346505853} = 0{,}0012989990$$

Die Schwere nimmt mit der Erhebung über die Meeresfläche ab, und da die Normalversuche in Paris in einer Höhe von 60 Meters über dem Meeresspiegel angestellt wurden, so müssen sie für die Abnahme der Schwere corrigirt werden. Es verhält sich aber die Schwere in der Höhe von 60 Meters zu der im Niveau des Meeres $= R^2 : (R + 60)^2$, wenn R den Halbmesser der Erde bezeichnet, und die Normalbestimmung für α mufs also mit dieser Gröfse dividirt werden, um sie auf die Meeresfläche zu reduciren. Weil aber die 60 Meter eine kleine Gröfse sind in Vergleich mit R, welches Biot zu 6366198 Meters annimmt [1], so kann man

$$\alpha'' = \alpha' \times \frac{(R+60)^2}{R^2} = \alpha'\left(1 + \frac{120}{R}\right)$$

setzen, welches in Zahlen ausgedrückt

$$\alpha'' = 0{,}001298999689 \times 1{,}0000188495 = 0{,}00129902417$$

giebt, und als die normale Bestimmung für die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht der trockenen atmosphärischen Luft bei 0° C. Temperatur und 0,76 Meter Barometerstande gegen Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit angesehen werden kann, und dieses giebt dann zugleich auch nach der französischen Mafsbestimmung das absolute Gewicht eines Cubikcentimeters solcher Luft in Grammen.

Aus den bisher angestellten Untersuchungen folgt, dafs man nach dieser Normalbestimmung die Dichtigkeit und das Gewicht sowohl der atmosphärischen Luft als auch jeder andern Gas-

1 Diese Bestimmung kann hier unbedenklich beibehalten werden, obgleich im Art. *Erde* eine wenig abweichende gefunden ist.

n kann, wenn man die aus den abgeänderten Bedingun-
genden Correctionen anbringt, welche insgesammt fol-
ind: 1. Das specifische Gewicht jeder einzelnen Gasart
Luft, welches γ heifsen möge. Bei der atmosphäri-
uft ist $\gamma = 1$ und fällt somit weg. 2. Die Ausdehnung
Wärme, welche so bekannt ist, dafs sie keiner weiteren
ung bedarf. Sie wird für Centesimalgrade durch den
nungsfactor 0,00375 t gegeben. 3. Der wechselnde Ba-
stand; denn da die Normalbestimmung bei 0,76 Meter
n ist, so erfordert dieser Umstand den Factor $\frac{m}{0,76}$ wenn
0° C. Temperatur wegen der Ausdehnung des Quecksilbers
Wärme corrigirte Barometer in Metern $= m$ abgelesen
der $\frac{h}{336,905}$ wenn der gleichfalls corrigirte Stand des-
n Par. Lin. $= h$ ausgedrückt wird. Diese drei Correc-
ind viel zu bedeutend, als dafs sie bei genauen Versu-
nals vernachlässigt werden dürften. Weniger ist dieses
bei den folgenden, welche wegen ihres geringen Ein-
ur bei sehr genauen Bestimmungen berücksichtigt wer-
sen. 4. Die an Bedeutsamkeit nächstfolgende betrifft
chtigkeitszustand der Gasarten, indem ihnen hiernach
ein gewisser gröfserer oder geringerer Theil Wasser-
eigemischt seyn kann. Wird die Sache im Allgemeinen
en, so mufs bei den Bestimmungen der Dichtigkeiten
Gewichte gegebener Voluminum von Gasen in manchen
icht blofs auf den enthaltenen Antheil von Wasserdampf,
zuweilen auch von Dämpfen anderer Flüssigkeiten, z. B.
st, Aether u. s. w. Rücksicht genommen werden, wel-
teres jedoch selten der Fall ist, und lassen sich dann die
rforderlichen Correctionen leicht aus den für Wasser-
nitzutheilenden Regeln entnehmen. In Rücksicht auf
ann auf zweierlei Weise verfahren werden, wenn nur
r Feuchtigkeitszustand der Gasarten genau ausgemittelt
n man sie keineswegs ohne Einschränkung mit Dampf
betrachten darf. Auf welche Weise jener zu finden
d im Art. *Hygrometer* gezeigt werden, und es genügt
kurz zu bemerken, dafs man am sichersten diejenige
tur suchen mufs, bei welcher ein Niederschlag des
ampfes erfolgt, welches dann zugleich angiebt, wie

weit sie damit gesättigt ist. Hat man diese Temperatur gefunden, so giebt die oben [1] mitgetheilte Tabelle für die Elasticität des Wasserdampfes diese in Par. Zollen unmittelbar an, wenn die dortigen Grade der achtzigtheiligen Scale leicht auf Centesimalgrade reducirt werden können. Indem aber die Dichtigkeit der Dämpfe $\frac{1}{8}$ derjenigen der atmosphärischen Luft beträgt, so muſs das Gewicht und die Dichtigkeit der Gase um $\frac{1}{8}\varepsilon$ [illegible] den enthaltenen Wasserdampf vermehrt werden, wenn [illegible] Elasticität des Wasserdampfes bezeichnet, welche Größe [illegible] abgezogen werden muſs, wenn man das eigentliche Gewicht und die Dichtigkeit des untersuchten Gases zu wissen [illegible] Hieraus wird also der Factor $(h - \frac{1}{8}\varepsilon)$ erklärlich. Man [illegible] indeſs, sobald nur diejenige Temperatur gefunden ist, [illegible] dem Sättigungspuncte der Luft mit Wasserdampfe zugehört, [illegible] der für die Dichtigkeiten des Wasserdampfes berechneten [illegible] belle [2] das Verhältniſs dieser zu der atmosphärischen Luft [illegible] 0° Temperatur und 28 Z. Barometerstand unmittelbar [illegible] men, und das gefundene Gewicht der Luft oder des [illegible] mit $(1 - \delta)$ multipliciren, wenn δ die Dichtigkeit des [illegible] dampfes bezeichnet, um das eigentliche Gewicht und die [illegible] tigkeit der Luft zu finden. Ist es der Fall, daſs Luft oder [illegible] arten mit Alkoholdampf oder Schwefelätherdampf gemischt [illegible] so läſst sich aus dem berechneten Dichtigkeitsverhältniſs [illegible] selben [3] gleichfalls der Antheil finden, welcher von einem [illegible] Dämpfe sich in dem Gefäſse befindet, und nach Abzug [illegible] ben ergiebt sich dann leicht die zurückbleibende Menge [illegible] mosphärischen Luft. 5. Der Einfluſs der geographischen [illegible] auf die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft oder der [illegible] ist oben bei der Reduction der Pariser Versuche genügend [illegible] läutert, so daſs der hieraus folgende Coefficient $(1 - 0{,}0[illegible]$ Cos. $2\phi)$, worin φ die Polhöhe bedeutet, keine weitere [illegible] rung bedarf. 6. Endlich nimmt die Dichtigkeit und das [illegible] der Luft und Gasarten der, mit der Höhe abnehmenden [illegible] proportional ab, weswegen auch die oben angegebenen [illegible] Normalversuche für die Erhebung des Ortes, wo sie [illegible] sind, über dem Meeresspiegel corrigirt werden mußten. [illegible]

---

1 S. Th. II. S. 351.
2 S. Th. II. S. 385.
3 S. Th. II. S. 392 u. 395.

hiernach die gefundene Grösse als Normalbestimmung für
liveau des Meeres gilt, so muss jede andere Bestimmung
rhältniss des Erdhalbmessers zu diesem, vermehrt um die
des gegebenen Ortes, genommen werden, oder die Nor-
stimmung muss mit dem Factor $\frac{R^2}{(R+e)^2}$ multiplicirt wer-
wenn R der mittlere Halbmesser der Erde und e die Erha-
über den Meeresspiegel bezeichnet. Weil aber e allezeit
klein gegen R ist, so genügt es für die gewöhnlichen Fälle
ichteren Berechnung die Division nur bis zum zweiten
e fortzusetzen, und also $1 - \frac{2e}{R}$ als Factor anzuwenden.

Werden demnach alle die genannten Correctionen in
gemeinschaftlichen Ausdruck aufgenommen, und bezeich-
an die Dichtigkeit oder das specifische,
uch nach französischen Maasse in Grammen
las absolute, Gewicht
ıder beliebigen Gasart durch . . . . . α
ecifische Gewicht einer jeden gegen trockne
tmosphärische Luft als Einheit durch . . . . γ
emperatur in Centesimalgraden . . . . . t
asticität des Wasserdampfes durch . . . . ε
ıf 0° der Temperatur des Quecksilbers reducirten
arometerstand in Par. Lin. . . . . h
Höhe . . . . . φ
hebung über den Meeresspiegel in Toisen . . e
albmesser der Erde = 3266260 t . . . . R
allgemein

$$\frac{0{,}00129902417\, h(1-\frac{3}{8}\varepsilon)\left(1-\frac{2e}{R}\right)(1-0{,}0025945\,\mathrm{Cos}.2\varphi)\gamma}{336{,}905\,(1+0{,}00375\,t)}$$

ist γ für atmosphärische Luft = 1, und fällt also weg;
ckenen Gasen wird auch $\varepsilon = 0$, die Coefficienten für die
ıng und Breitengrade sind in mässigen Höhen und mittle-
eiten sehr klein, so dass sie füglich vernachlässigt werden
ı, und man erhält also für atmosphärische Luft

$$\alpha = \frac{0{,}00129902417\, h}{336{,}905\,(1+0{,}00375\,t)}$$

e andere Gasart unter gleichen Bedingungen

$$a' = \frac{\gamma \cdot 0{,}00129902417 \cdot h}{336{,}905\,(1+0{,}00375\,t)}.$$

Es würde nicht zweckwidrig seyn, das specifische Gew. der verschiedenen Gasarten gegen Wasser zu berechnen u. einer Tabelle zusammenzustellen, so wie dieses oben hin. lich ihres Verhältnisses zu der atmosphärischen Luft als E. geschehen ist. Indem aber alle Gase auf gleiche Weise atmosphärische Luft durch Wärme ausgedehnt und durch mehrten Luftdruck zusammengedrückt werden, bei der B. mung ihres verhältnifsmäfsigen Gewichtes gegen die atm. rische Luft aber vorausgesetzt wird, dafs beide unter gl. Luftdrucke und bei gleicher Temperatur mit einander ve. sind, so würde hierzu weiter nichts erfordert werden, a. so eben gefundene Normalbestimmung für die atmosphär. Luft = a mit der Zahl des specif. Gewichtes der Gase wie sie in der oben mitgetheilten Tabelle enthalten sind multipliciren, um ihr specifisches Gewicht $a' = \gamma a$ gegen ser zu erhalten. Weil diese Bestimmungen aber selten a wendung kommen und erforderlichen Falls durch eine Multiplication leicht zu erhalten sind, so scheint mir de haltende Resultat mit dem erforderlichen Raume und gen Zeit nicht in Verhältnifs zu stehen, um diese be übernehmen.

B. Specifisches Gewicht der tropfb. Flüssigkeiten.

Die Aufgabe, das specifische Gewicht zu bestimmen, vorzugsweise häufig bei tropfbaren Flüssigkeiten in Betra. weil deren Güte und Reinheit hauptsächlich hieraus e. wird. Eben daher hat man auch eine sehr grofse Me. Apparaten erdacht, welche in Art. *Araeometer* ausführ. schrieben sind, um diese Bestimmung schnell und mit sehr geringen Aufwande von Zeit und Mühe zu erhalten, bei vielen wird dieses nur auf Kosten der Genauigkeit er. Weil aber alle diese Apparate eine ihnen eigenthümlich. mende Behandlung erfordern, so ist es nothwendig, d. schiedenen Arten derselben einzeln zu betrachten, wo. mich indefs blofs auf die vier gebräuchlichsten beschrän.

die übrigen zu unvollkommen sind, als dafs es sich der belohnte, Regeln für ihren Gebrauch aufzustellen.

. Das Aräometer mit fester Scale wird am häufigsten an- dt, weil es allerdings das bequemste ist, und die Dich- en der Flüssigkeiten durch blofses Ablesen unmittelbar ; allein es ist zugleich so unvollkommen, dafs es sich ler Mühe lohnt, Regeln für seinen Gebrauch und die Me- anzugeben, wie man durch diese Apparate das specifische ht der Flüssigkeiten finden könne. Sie werden daher auch im praktischen Gebrauche benutzt, namentlich zur Prü- er Güte des Branntweins, der Salzsolen, Salpeterlaugen ., und für diesen Behuf am besten empirisch graduirt. aber alle Flüssigkeiten durch Wärme bedeutend ausge- werden, die Stärke dieser Ausdehnung aber nicht von ekannt ist, so wird bei den Angaben des gefundenen spec. n der Regel die Temperatur zugleich mit genannt, bei r dasselbe beobachtet wurde. Manche pflegen hierbei en Barometerstand zur Zeit der Beobachtung mit anzuge- llein man begreift leicht, dafs dieser hierbei ohne allen ist. Kennt man übrigens das Gesetz der Ausdehnung ersuchten Flüssigkeit durch Wärme, und darf man dar- nen, dafs das spec. Gew. durch das Aräometer hinläng- au und richtig gefunden sey, so läfst sich dieses leicht Temperatur und den Punct der gröfsten Dichtigkeit des

reduciren, wenn man die gefundene Gröfse mit $\frac{1}{1+\Delta'}$

cirt, worin Δ' die Ausdehnung der Flüssigkeit durch bezeichnet. Diejenigen Aräometer, deren man sich im zur Prüfung des Gehaltes an Spiritus in dem verkäufli- anntweine bedient, haben meistens zugleich eine Ta- r Correction der Ausdehnung durch Wärme; für den hen Gebrauch ist es aber am besten, eine bestimmte Temperatur von etwa 15° bis 20° C. festzusetzen, wo- Probe angestellt werden mufs, und die man zu jeder it leicht erhalten kann.

Ungleich besser und einen weit höheren Grad der Ge- t gebend sind die Aräometer mit veränderlichen Ge-

---

-aeometer Th. I. S. 351 bis 380.

thermométrique genannten Apparate geschehen ist[1]. [illegible] man also das Instrument in destillirtem Regenwasser be[illegible] Temperatur = t Graden C. genau abgeglichen, und [illegible] wicht = P gefunden (wobei auf den aërostatischen Einfluſs [illegible] Rücksicht zu nehmen nöthig ist, weil dieser beim Einsen[illegible] beide Flüssigkeiten derselbe bleibt, und sich daher [illegible] compensirt), so ist dieses um so viel zu groſs, als die [illegible] nung des Glases bei der Temperatur beträgt, muſs al[illegible] $(1 + Kt)$ dividirt werden, wenn K die cubische Aus[illegible] des Glases bezeichnet; dagegen ist es um so viel zu [illegible] die Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner gröſs[illegible] tigkeit bis zur Temperatur t beträgt, muſs also mit [illegible] multiplicirt werden, wenn Δ diese bekannte, in der [illegible] getheilten Tabelle enthaltene Gröſse bezeichnet. Hie[illegible] also das corrigirte Gewicht des aus der Stelle verdrängten [illegible]

$$P' = P\,\frac{1+\Delta}{1+Kt}.$$

Wird dann das Instrument in die zu untersuchende [illegible] gesenkt, und sein Gewicht $= \Pi$ gefunden, so ist [illegible] gleiche Weise corrigirt, wenn Δ' die Ausdehnung [illegible] sigkeit und t' die Temperatur bezeichnet, wobei die [illegible] vorgenommen wird:

$$\Pi' = \Pi\,\frac{1+\Delta'}{1+Kt'}$$

und indem $\frac{\Pi'}{P'} = \pi$ das specifische Gewicht der [illegible] Flüssigkeit bei 0° Temperatur gegen Wasser im Pun[illegible] gröſsten Dichtigkeit bezeichnet, so ist

$$\pi = \frac{\Pi\,(1+\Delta')\,(1+Kt)}{P\,(1+\Delta)\,(1+Kt')}$$

und wenn $t = t'$ ist, oder beide Wägungen bei der [illegible] Temperatur angestellt wurden, so ist

$$\pi = \frac{\Pi\,(1+\Delta')}{P\,(1+\Delta)}$$

folglich unter der Voraussetzung einer nahe gleichen [illegible]

---

1 Biot Traité I. 413 theilt die sich hierauf beziehe[illegible] meln für die Berechnung mit, indeſs halte ich die [illegible] Texte enthaltenen, für zweckmäſsiger.

ns für diese Bestimmung nicht meſsbar verschiedenen Aus-
ıng beider Flüssigkeiten

$$\pi = \frac{\Pi}{P}$$

las specifische Gewicht gewöhnlich bestimmt zu werden
, und zwar mit einer solchen Genauigkeit, als meistens bei
ınvermeidlichen Fehlern solcher Versuche möglich ist [1].
versteht es sich von selbst, dafs der eigentliche Werth
nicht gefunden werden kann, so lange die Gröſse Δ' un-
nt ist.

lan kann indefs die Ausdehnung der Flüssigkeiten oder
'erth von Δ' durch mehrere Wägungen finden, und hier-
bloſs erforderlich das verhältnifsmäfsige specifische Ge-
derselben, ohne Rücksicht auf das des Wassers, bei ver-
ɛnen Temperaturen zu suchen. Dieses erhält man ohne
› Correction als diejenige, welche die Ausdehnung des
erfordert, oder mit andern Worten, das corrigirte Ge-
$\Pi' = \frac{\Pi}{1+Kt}$ nach der vorigen Bedeutung dieser Buch-

Sind demnach für die Temperaturen t; t'; t''; t'''; t^{IV}
rigirten Gewichte Π'; Π''; Π'''; Π^{IV}; Π^{V} gefunden,
alten sich bekanntlich die specifischen Gewichte umgekehrt
Volumina, also

$$\Pi' : \Pi'' = V'' : V' \text{ und } V'' = V' \frac{\Pi'}{\Pi''}$$

› ist

$$V'' - V' = \Delta V'' = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi''} - 1\right) \text{ für } t' - t = \delta t'$$

$$V''' - V' = \Delta V''' = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi'''} - 1\right) \text{ für } t'' - t = \delta t''$$

$$V^{IV} - V' = \Delta V^{IV} = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi^{IV}} - 1\right) \text{ für } t''' - t = \delta t'''$$

ätte das Wasser seinen Punkt der gröfsten Dichtigkeit bei 0°
würde es als Regel angenommen, beide Flüssigkeiten bei 0°
ur oder bei 3°,78 C. als dem Puncte der gröfsten Dichtigkeit
ers zu vergleichen, so dürfte man die Wägungen nur bei ei-
liessen Temperaturen anstellen, um ohne Correctionen richti-
ıte zu erhalten.

$$V^{\nu} - V' = \Delta V^{\nu} = V' \left(\frac{\Pi'}{\Pi^{\nu}} - 1 \right) \text{ für } t^{\nu} - t = \delta^{\nu}$$

Nimmt man hierin $V' = 1$ und formirt vier Gleichungen

$$\Delta V'' = a\delta t' + b\delta t'^2 + c\delta t'^3 + d\delta t'^4$$
$$\Delta V''' = a\delta t'' + b\delta t''^2 + c\delta t''^3 + d\delta t''^4$$
$$\Delta V^{IV} = a\delta t''' + b\delta t'''^2 + c\delta t'''^3 + d\delta t'''^4$$
$$\Delta V^{\nu} = a\delta t^{IV} + b\delta t^{IV2} + c\delta t^{IV3} + d\delta t^{IV4}$$

eliminirt hieraus nach der Methode der kleinsten Quadra unbekannten Factoren a; b; c; d, so erhält man

$$\Delta V = at + bt^2 + ct^3 + dt^4$$

als allgemeine Gleichung für die Ausdehnung der Flüs durch Wärme, das Volumen derselben bei $t^{\circ}\,C = 1$ men, für die Temperaturgrade über diesem Puncte. Wi lich der Werth von t negativ genommen in die Formel hierfür ΔV gesucht und von 1 abgezogen, so giebt das Volumen der Flüssigkeit bei 0° C., und alle Coefficien dieser Zahl dividirt macht die Formel geeignet, die Vo Vermehrung der Flüssigkeit, ihr Volumen bei 0° C. = setzt, allgemein zu berechnen. Wurde die erste Mes 0° C. angestellt, oder ist $t = 0$, so ist $V' = 1$ und Reduction der Beobachtungen wird überflüssig. Ob diese Methode völlig genaue Resultate gebe, mögte ich gen bezweifeln, weil jede ruhig stehende Flüssigkeit horizontale Schichten von ungleicher Dichtigkeit be dafs die scharfe Bestimmung der Temperatur nicht lich ist [1].

3. Homberg's Aräometer ist seit seiner ersten E werdung unglaublich oft verändert, welches wohl ohne für seine Brauchbarkeit im Allgemeinen zeugt. De glaubten das Werkzeug zu verbessern, allein es unterlie keinem Zweifel, dafs es in seiner ursprünglichen Ge weitem die genauesten und sichersten Resultate giebt ich mich durch eigene zahlreiche Erfahrungen vollkom

1 Die Methode ist mehrmals, namentlich zuletzt durch B zur Bestimmung der Ausdehnung des Wassers mit grofsem F vieler Sorgfalt in Anwendung gebracht. S. G. LXXV Uebrigens kann alles hier Gesagte auch auf die Senkwage an angewandt werden, welche oben Th. 1. S. 390 beschrieben i halte es daher für überflüssig, ihr einen besonderen Ab widmen.

gt habe[1]. Es mufs aber das am gehörigen Orte beschriebe- und abgebildete Gläschen, worin sowohl das Wasser als i die zu bestimmende Flüssigkeit gewogen wird, ganz dünn ler Lampe geblasen seyn, höchstens einen Cubikzoll Wasser n, ja ich mögte denen, welche häufig in der Lage sind, das ifische Gewicht der Flüssigkeiten bestimmen zu müssen, wo- oft nur geringe Quantitäten vorhanden sind, rathen, sich ie Gläschen von verschiedenen Inhalte, als etwa einem, n halben, einem Viertel, und wohl auch einem Achtel Cubik- anzuschaffen, und endlich mufs das zum Eingiefsen der Flüs- sit bestimmte Trichterchen sowohl, als auch das zum Ent- hen der Luft dienende Röhrchen ein feines Haarröhrchen etwa 0,2 bis höchstens 0,4 Lin. Durchmesser seyn. So viel lerdings gewifs, dafs das Füllen eines solchen Gläschens Vorsicht geschehen mufs, damit das kleine Trichterchen überläuft, auch mufs man Sorge tragen, dafs keine Feuch- it in das zum Entweichen der Luft bestimmte Haarröhrchen gt, weil sonst der atmosphärische Luftdruck das weitere iefsen der Flüssigkeit hindert, endlich ist auch das Reinigen gebrauchten Gläschens etwas mühsam; allein Mühe und Vor- darf der Physiker nicht in Anschlag bringen, sobald er nur ie Resultate erhält.

Auf welche Weise vermittelst dieses Gläschens das speci- Gewicht der Flüssigkeiten gefunden werde, und welche n dabei zu befolgen sind, dieses ergiebt sich aus den hier- bestehenden Gesetzen. Indem nämlich der Raum im In- dieses Gläschens bis an das kleine Knöpfchen am Halse des ters und ein gleiches am Haarröhrchen als stets unverän-

---

[1] Vergl. *Araeometer* Th. 1. S. 891. Ganz vor Kurzem ist der Ge- der durch Fischer in seinem Handbuche d. mechan. Naturlehre hienen Gläser mit eingeschmirgeltem Stöpsel als vorzüglich sicher tellt. S. Eytelwein Handb. der Hydrostatik u. s. w. Berl. 1826. Allein man begreift bald, dafs ein etwas grofses und dickes it einem massiven Glasstöpsel unmöglich grofse Schärfe des Ge- s geben kann. Aufserdem ist es unmöglich, das Glas genau so zu , dafs der Stöpsel dasselbe verschliefst, ohne die Flüssigkeit zu imiren, dadurch das Glas auszudehnen und einen Theil der Flüs- neben sich heraufzudrängen, dessen Wegwischen die Tempera- lert, das Glas beschmutzt u. s. w. Besser wäre das durch Wa- s empfohlene Zudecken des Gläschens mit einer Scheibe, wenn nn nicht die Flüssigkeit zwischen diese und den Rand drängte.

dert angesehen wird, so darf man dasselbe nur bis an diese Zeichen zuerst mit destillirtem Wasser füllen und dessen Gewicht = P bestimmen, dann nach vollständigem Trocknen mit der zu prüfenden Flüssigkeit, und deren Gewicht = Π gleichfalls bestimmen, so verhalten sich die specifischen Gewichte bei gleichem Volumen wie die Dichtigkeiten oder wie die absoluten Gewichte, und es ist also

$$\pi = \frac{\Pi}{P}.$$

Es folgen hieraus sogleich drei unmittelbar bei der Sache liegende Vorsichtsregeln. Zuerst nämlich müssen beide Volumen völlig gleich seyn. Um dieses zu erreichen, darf man nur so hin sehen, dafs beim Einfüllen beide Flüssigkeiten genau bis an die Knöpfchen reichen. Allein bei der Feinheit des Werkzeuges bringt der letzte zugegossene Tropfen oft schon eine merkliche Erhöhung der Flüssigkeit im kleinen Trichterchen hervor, ohne dafs sie nach den Gesetzen der Capillarität sich über das Ende des Haarröhrchens an der Seite des Gläschens ergießen kann. Dieser letztere Umstand erleichtert gar sehr die Genauigkeit der Wägung. Hat man nämlich das etwas überfüllte Gläschen einige Zeit ruhig hingestellt, damit es genau die Temperatur der Umgebung annimmt, so darf man nur mit der Spitze eines Stückchens Fliefspapier den Ueberschufs der Flüssigkeit wegnehmen, um die Anfüllung bis an das Knöpfchen genau zu erhalten. Die zweite Vorsichtsregel ist, dafür zu sorgen, dafs keine Luftbläschen im Glase bleiben, welches sich so selbst versteht, dafs es keiner weiteren Erklärung bedarf, und entfernen sich dieselben bei völliger Reinheit des Gläschens beim langsamen Eingiefsen nach meinen Erfahrungen ohne weitere Mühe von selbst. Drittens mufs das Gläschen bei allen Wägungen vorher genau tarirt seyn, weil sonst ein leicht vermeidlicher Fehler entstehen würde, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird.

Wenn man nichts weiter beabsichtigt, als das specifische Gewicht mit derjenigen Genauigkeit zu erhalten, wie dieses der Regel gefordert zu werden pflegt, so ist der Gebrauch des Apparates sehr einfach. Zu diesem Ende wird das Gläschen bei einer jederzeit leicht zu erhaltenden Normaltemperatur von 15° bis höchstens 20° C. auf einer feinen Waage tarirt, mit dasjenige Gewichtstück, welches zu dieser Tara gehört.

lem Worte Tara bezeichnet, und jederzeit hierzu gebraucht.
nn wird es bis an die Knöpfchen bei der angenommenen
altemperatur mit destillirtem Wasser gefüllt, und mit dem
1 gehörigen Gewichte abermals auf der Waage ins Gleich-
ht gebracht. Das erhaltene Totalgewicht wird dann hal-
die eine Hälfte mit 500 bezeichnet, die andere wieder
t, und jede Hälfte mit 250 bezeichnet und endlich werden
genaue Wägungen Gewichtstücke verfertigt, welche 100;
5; 10; 5; 1; 0,5; 0,3; 0,2; 0,1 der Einheit des zu
ngenommenen Totalgewichtes wiegen. Bei jeder nach-
den Bestimmung des specifischen Gewichtes einer Flüssig-
llt dann die Wägung des Wassers weg, man füllet bei
stimmten Normaltemperatur das Gläschen mit der zu be-
nden Flüssigkeit, setzt dasselbe nach aufgelegter Tara auf
agschale, läfst es eine so lange Zeit ruhig stehen, als er-
ch ist, damit es die Temperatur der Umgebung annehi-
immt mit einer Spitze Fliefspapier den Ueberschufs der
keit weg, bis sie genau an die Knöpfchen reicht, legt
rderlichen Gewichte bis zum Einstehen der Waage auf,
set nach diesen das specifische Gewicht ab, welches in
Falle dem absoluten Gewichte bei gleichem Volumen di-
portional ist. Bei der Angabe des so gefundenen specifi-
Gewichtes pflegt dann die Temperatur mit genannt zu
bei welcher dasselbe erhalten wurde, um dasselbe
zu corrigiren, und ebenso wird auch meistens der Ba-
tand mit genannt, weil auch dieser eine, wenn gleich
tende Correction bedingt.

langt man nämlich das specifische Gewicht der Flüssig-
it grösster Schärfe für 0° Temperatur gegen Wasser im
einer grössten Dichtigkeit, so werden mehrere Correc-
rfordert, welche ich zur leichteren Uebersicht einzeln

Zuerst müfste das Gläschen für Wasser und auch für
ere Flüssigkeit sowohl luftleer als auch im luftleeren
ewogen werden, um seine richtige Tara zu erhalten.
er die Masse des Gläschens sehr dünn ist, folglich das
der in demselben enthaltenen Luft nur wenig von dem
ler Stelle getriebenen verschieden ist, beide aber bei
ung entgegengesetzt wirken, so können sie füglich ver-
t werden, selbst in demjenigen Falle, wenn die Wä-
Wassers und der Flüssigkeit bei ungleicher Wärme und

hierbei alle erforderlichen Correctionen an, welche unter eine etwas verschiedenen Form erscheinen, als sie oben angegeben sind, und die ich daher als Beispiel eines solchen genauen Versuchs mittheile [1]. Ist V der Inhalt des kleinen Gläschens in Cubikcentimetern bei 0° Temperatur, P das gefundene unreducirte Gewicht bei der Temperatur von t' Graden der Centesimalskale, so ist

$$V = \frac{P(1+\Delta)}{(1-\alpha')(1+Kt')}$$

wenn Δ die Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner größten Dichtigkeit an bis zur Temperatur t', α' das Verhältniss der Dichtigkeit der Luft bei der nämlichen Temperatur gegen Wasser und K die Ausdehnung des Glases bezeichnet. Diese Formel, welche nach dem vorhergehenden von selbst klar ist, eignet sich zwar unmittelbar bei der Berechnung in Anwendung zu bringen, allein Biot verwandelt sie, um die Hauptgrößen vorzustellen, in folgende

$$V = P + P\Delta + \frac{P(1+\Delta)(\alpha' - Kt' + \alpha' Kt')}{(1+\alpha')(1+Kt')}$$

Indem aber schon oben bei der Bestimmung des absoluten Gewichtes eines Cubikcentimeters Luft gezeigt ist, daß die von Biot hierfür gefundene Größe von der nachher dazu und nach den genaueren Bestimmungen des Punctes der größten Dichtigkeit und der Ausdehnung des Wassers erhaltenen nur unmerklich abweicht, so behalte ich der Kürze wegen diese Größen bei. Es ist demnach das Gewicht eines Cubikcentimeters trockner atmosphärischer Luft bei 0° Temperatur und Wasser bei der nämlichen Wärme nach Biot's Bestimmung [2]

$$a = 0{,}001299541 \text{ Grammes.}$$

Wird dieses für den Barometerstand, die Temperatur und Ausdehnung des Wassers corrigirt, so ist für den Barometerstand p

$$\alpha' = \frac{a \cdot p\,(1+\Delta)}{(1+0{,}00375t')\,0{,}76}$$

---

1 Biot Traité. I. 400. Die Bestimmungen des spec. Gew. der Luft, des Wassers und des Quecksilbers durch Biot und Arago, die man aus einer früheren Abhandlung dieser Gelehrten mitgetheilt und verschiedenen interessanten Anmerkungen von Gilbert in dessen Ann. XXVI. 162.

2 Die von mir gefundene Größe = 0,0012995940 weicht davon nur unbedeutend ab.

Die Elemente für diese und die obere Formel waren:
arometerstand p in der ersten Beobachtung = 0,7572
— — — — zweiten — — = 0,7560
asdehnung des Wassers Δ^1 erste Beob. = 0,0017017
— — — — — zweite — = 0,0018654
die Temperatur t' = 20°,1 und 20°,9 C. beobachtet war,
ach ist
1ste Beob. α' = 0,001206079; Kt' = 0,005281
2te Beob. α' = 0,001192953; Kt' = 0,005491
is wird
:ob. α' Kt' = 0,0000006369; $\alpha' + \alpha'$ Kt' — Kt' = 0,00067861
:ob. α' Kt = 0,0000006551; $\alpha' + \alpha'$ Kt' — Kt' = 0,00064451
'enn diese Werthe in die obere Formel substituirt wer-
:o erhält man
:ob. V = 98,721 + 0,0679935 + 0,0671518 = 98,9561453
:ob. V = 98,716 + 0,1841449 + 0,0637819 = 98,9639268
Mittel = 98,960036,
)ll hiermit das Gewicht des Quecksilbers verglichen werden,
:uvörderst das Gewicht der durch das gefüllte Gläschen
Stelle getriebenen Luft zu bestimmen. Nach der oben für
cifische Gewicht irgend einer Gasart gefundenen Formel ist

$$\frac{,001299024\, h\,(1-\frac{3}{8}\varepsilon)\left(1-\frac{2e}{R}\right)(1-0{,}0025945\,\mathrm{Cos.}\,2\varphi)}{336{,}905\,(1+0{,}00375.\,t)}$$

i hierin die beiden letzten, bei der Vergleichung der an
mlichen Orte angestellten Wägungen überflüssigen Coef-
n weg, setzt man in Metern statt 336,905 den gleichen
= 0,76 und statt h gleichfalls in Metern p, da γ bei at-
rischer Luft = 1 ist, so wird

$$\alpha = \frac{0{,}001299024\ p\ (1-\frac{3}{8}\varepsilon)}{(1+00375\ t)\ 0{,}76} \text{ oder nach Biot}$$

$$\alpha = \frac{0{,}001299541\ p\ (1-\frac{3}{8}\varepsilon)}{(1+0{,}00375\,t)\ 0{,}76}.$$

i das Volumen des Wassers = V bestimmt, und setzt man

$$a = \frac{\alpha V\,(1+Kt)}{1+\Delta}$$

)iese Werthe sind, wie schon oben angegeben ist, am meisten
:nd, indem die mitgetheilte Tabelle giebt
für 1 = 0,00177686
für 2 = 0,00195974

um das Volumen der Luft für die Ausdehnung des Glases und des Wassers zu corrigiren, findet man ferner das Gewicht der gewogenen Flüssigkeit, also hier des Quecksilbers = L, und das auf den leeren Raum reducirte Gewicht desselben = L + a. Wird das erstere Gewicht auf den Nullpunct der Temperatur reducirt = (L) genannt, so erhält man das Gewicht des Glases mit der Flüssigkeit für jede andere Temperatur

$$\frac{(L)\ (1 + Kt)}{1 + \lambda}$$

wenn λ die Ausdehnung dieser Flüssigkeit durch Wärme bezeichnet. Es ist aber

$$\frac{(L)\ (1 + Kt)}{1 + \lambda} = L + a$$

woraus $(L) = \frac{(L + a)\ (1 + \lambda)}{1 + Kt}$ wird.

Es bedarf dann nichts weiter, als dieses Gewicht durch V zu dividiren, um das specifische Gewicht zu haben, und so ist

$$z = \frac{(L + a)\ (1 + \lambda)}{V\ (1 + Kt)}.$$

Wird der Werth von α mit dem Zahlenwerthe von V, wie er eben gefunden ist, multiplicirt, so erhält man $\alpha V = 0,$ Hieraus kann nach der angegebenen Formel der Werth gefunden werden, da die oben in der Berechnung benutzten Werthe von p und t bekannt sind. Es war aber

Erster Versuch L = 1342,989 Grammes
a = 0,12004
L + a = 1343,10904

Zweiter Versuch L = 1340,893
a = 0,11872
L + a = 1341,01172

Für eine Ausdehnung des Quecksilbers = $\frac{1}{5551}$ war das

Erster Versuch $\frac{(L + a)\ (1 + \lambda)}{1 + Kt} = 1345,7692$

Zweiter Versuch $\frac{(L + a)\ (1 + \lambda)}{1 + Kt} = 1345,3880$

Mittel 1345,5786

mithin das specifische Gewicht des Quecksilbers

$$z = \frac{1345,5786}{98,960036} = 13,597190$$

und dieses Gewicht in Grammes ausgedrückt ist dann z-

lute Gewicht eines Cubikcentimeters Quecksilber bei 0° C.
peratur. Wird endlich dieser Werth durch das specifische
icht der Luft = a = 0,001299541 dividirt, so ergiebt sich
pecifische Gewicht des Quecksilbers gegen Luft = 10463,07.
arithmetische Mittel aus vier andern Wägungen, in denen
r und Arago trockne Luft und Quecksilber in dem nämlichen
n abwogen, gab 10463,0 und diese Gröfse auf den Spiegel
Meeres und 45 Grade der Breite reducirt gab 10466,8.

4. Die *hydrostatische Waage* [1] gehört wohl ohne Zweifel
r diejenigen Apparate, womit man die schärfsten Bestim-
gen des specifischen Gewichtes der Flüssigkeiten erhalten
. Wie eine solche Waage construirt seyn müsse, um den
gen Forderungen an die physikalischen Apparate zu genügen,
im Art. *Waage*, *hydrostatische*, angegeben werden, und
nügt daher hier nur zu bemerken, dafs vermittelst derselben
wenigstens 0,00001 des Totalgewichts gefunden wird, und
r auch das specifische Gewicht durch sie bis zu dieser Grenze
icherheit erhalten werden kann, mithin weiter, als man
s gewöhnlich verlangt. Dem Gebrauche derselben steht
ens theils die Schwierigkeit ihrer sorgfältigen Behandlung,
ierzu erforderliche Zeit und ihre Kostbarkeit entgegen.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Flüssigkei-
vermittelst der hydrostatischen Waage beruhet auf dem
dsatze, dafs die spec. Gew. der Flüssigkeiten bei gleichem
men sich wie die absoluten Gewichte verhalten, und dafs
bsolute Gewicht eines gewissen Volumens einer jeden Flüs-
it durch den Gewichtsverlust eines beliebigen, in dieselbe
tauchten, festen Körpers von gleichem Volumen gefunden

Man hängt deswegen an die eine Waagschale der Waage
birnförmigen Glaskörper und tarirt diesen, so dafs die
ge wieder im Gleichgewichte steht. Dann senkt man die-
Körper in destillirtes Regenwasser, und weil er hierdurch
iel an Gewichte verliert, als das Volumen des durch ihn
ängten Wassers beträgt, so legt man auf die Waagschale,
n er hängt, dieses Gewicht = P auf, bis die Waage wieder
leichgewichte ist. Hiernächst zieht man die Waage wie-
n die Höhe, trocknet den birnförmigen Körper rein ab,

[1] Es ist auffallend, dafs Biot bei seinen ausführlichen Untersuchun-
ber das spec. Gew. diesen wichtigen Apparat gar nicht erwähnt.

hängt ihn wieder an die Waagschale, nimmt von dieser das Ge-
wicht = P herab, und läfst die Waage, wie vorher, wieder s-
nau einstechen; dann senkt man den Glaskörper in die zu b-
stimmende Flüssigkeit, wobei für die Herstellung des Gle-
wichtes nothwendig ist, ein Gewicht = Π auf die Wa-
zu legen, und es ergiebt sich von selbst, dafs das unco-
specifische Gewicht der Flüssigkeit

$$\pi = \frac{\Pi}{P}.$$

Werden beide Wägungen bei gleicher Temperatur un-
merklich verschiedenem Barometerstande angestellt, so be-
man sich mit dieser Bestimmung, und giebt zugleich die
Temperatur und Barometerhöhe an, bei welcher sie e-
wurde, um hierdurch das Mittel zur scharfen Berechnung
theilen. Gewöhnlich pflegt man sich indefs zur Erleich-
die jedesmalige Abwägung in Wasser zu ersparen, deswe-
Werth von P bei einer gewissen Temperatur ein für all-
mal zu bestimmen, daher nur Π zu suchen, und somit da-
tifische Gewicht zu berechnen.

Soll aber das specifische Gewicht der Flüssigkeiten
gegen Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit m-
lster Schärfe gefunden werden, so erfordert das angege-
fahren vielfache Correctionen, welche einzeln genom-
gende sind:

1. Der Glaskörper ist an einem Drahte oder Fade
hangen, welcher zugleich mit in das Wasser und die Flü-
eingetaucht wird, und daher sowohl P als auch Π v-
Es wäre zwar nicht schwierig, hierfür die erforderliche
tion zu finden, allein man nimmt hierzu einen ganz fein-
von Platin, so dafs das mehr oder weniger lange Ende de-
welches in beide Flüssigkeiten eingetaucht wird, gar nicht
trachtung kommt, und man darf daher diesen möglichen
füglich vernachlässigen, auch da, wo die höchste Ge-
erfordert wird.

2. Der Glaskörper sollte eigentlich im luftleeren Ra-
wogen werden, wird aber in der Luft gewogen. Ver-
daher im Wasser gewogen P, so ist sein auf den luftleeren
reducirter Gewichtsverlust $P' = P(1+\alpha)$, wenn α das
bestimmte Verhältnifs der Luft zum Wasser bezeichnet.
gleiche Weise ist sein Gewichtsverlust in der zu untersuch-

eit auf den leeren Raum reducirt $\Pi' = \Pi + Pa$, und es
rnach sein corrigirtes specifisches Gewicht

$$\pi' = \frac{\Pi + Pa}{P + Pa}.$$

erschied des so corrigirten Gewichtes von dem oben an-
en ist so viel gröfser, je gröfser der Unterschied zwi-
und Π ist, oder je gröfser oder geringer das specifische
der untersuchten Flüssigkeit ist. Es ist nämlich

$$\frac{\Pi + Pa}{P + Pa} = \frac{\Pi}{P} + \frac{(P - \Pi)\,a}{P\,(1 + a)}$$

er $P = \Pi$, so wäre das zweite Glied $= 0$ und das spec.
: 1, wie dieses auch nothwendig folgen muss. Der
nterschied tritt ein, wenn das spec. Gew. der Schwefel-
he genau $= 2$ wird, und um diesen besser zu übersehen,
Maximum des Unterschiedes kennen zu lernen, ist für
all das specifische Gewicht $= 1{,}9987$ statt 2. Hieraus
ich, dafs diese Correction ohne bedeutenden Einfluss
m in den meisten Fällen vernachlässigt werden kann.
oll das specifische Gewicht der Flüssigkeiten bei 0^0 C.
asser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit gefunden
so müfste man die Abwägung in beiden Flüssigkeiten
n Temperaturen vornehmen, und da dieses sich nicht
ewerkstelligen läfst, so wird deswegen die bedeutend-
tion unter allen erfordert. Es folgt nämlich von selbst,
gefundene uncorrigirte Gewicht bei der Wägung sowohl
r als auch in der Flüssigkeit um so viel zu geringe ist,
erhältnifs der Ausdehnung des Glaskörpers beträgt, und
l zu grofs, als die Flüssigkeit durch Wärme ausgedehnt
dem also hiernach

$$P'' = \frac{P'\,(1 + \Delta)}{1 + Kt} \text{ und } \Pi'' = \frac{\Pi'\,(1 + \lambda)}{1 + Kt'}$$

Δ und λ die Ausdehnung des Wassers und der Flüs-
i den Temperaturen t und t' bezeichnen, P' und Π'
für den aërostatischen Einfluss der Luft beim Wägen
Gewichtsverlust des Körpers im Wasser und in der
t (wobei man ohne merklichen Fehler mit Weglassung
rection P' und $\Pi' = P$ und Π setzen kann), so ist

$$\pi' = \frac{\Pi'\,(1 + \lambda)\,(1 + Kt)}{P'\,(1 + \Delta)\,(1 + Kt')}$$

irte specifische Gewicht. In den meisten Fällen ist

$t = t'$ oder unmerklich davon verschieden, dann fällt der letzte Theil der Formel weg, und man erhält

$$\pi' = \frac{\Pi' (1+\lambda)}{P'(1+\Delta)},$$

oder da die unter No. 2 angegebene Correction bei weitem den meisten Fällen füglich weggelassen werden kann,

$$\pi' = \frac{\Pi (1+\lambda)}{P(1+\Delta)}.$$

Hierin kann der Werth von Δ aus der im Anfange mitgetheilten Tabelle entnommen werden, allein λ ist nicht allgemein mehr in der Regel gar nicht bekannt, denn man kennt die Gew. aller derjenigen Flüssigkeiten, deren Ausdehnung genau aufgefunden ist, und wird dieses also nicht zu bestimmen bemüht seyn, wohl aber dasjenige der Flüssigkeiten, deren Ausdehnung auf gleiche Weise als ihr spec. Gewicht unbekannt

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dafs auch mit diesem Apparate die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten gefunden werden könne, wie dieses noch kürzlich durch Hällström geschehen ist. Das hierfür erforderliche Verfahren näher anzugeben, scheint mir indefs überflüssig, weil es bereits durch No. 2 für das Fahrenheit'sche Gravimeter vollständig angegeben ist. Ebenso folgt aus den angestellten Betrachtungen von selbst, dafs das so eben beschriebene Verfahren vorzüglich geeignet ist, um das absolute Gewicht eines gegebenen Volumens Wasser zu finden, worauf dann die Gewichte aller übrigen Flüssigkeiten reducirt werden können. Zu diesem Ende darf man nur einen genau gearbeiteten festen Körper, wozu man meistens einen Würfel oder Cylinder wählt, in das Wasser hängen und seinen Gewichtsverlust suchen, so ist hiermit das Gewicht eines gleichen Volumens Wasser gegeben. Eine nähere Beschreibung des Verfahrens wird im Art. *Mafs* mitgetheilt werden.

Bei weitem die wenigsten gefundenen specifischen Gewichte der Flüssigkeiten sind corrigirt, auch geht dieses meistens nicht an, wenn nicht die Ausdehnung derselben bekannt ist, und sind aufserdem nicht einmal sämmtlich bei der nämlichen

---

1 G. LXXVII. 129. Das durch diesen mit Recht hochgeschätzten Physiker befolgte Verfahren gehört mehr hierher, als an welchem es gleichfalls erwähnt wurde.

gefunden. Im Allgemeinen kann man indefs annehmen, bei mittleren Temperaturen von etwa 15° bis 18° C. gesind. Man darf daher auch nicht erwarten, dafs die Ander verschiedenen Gelehrten vollkommen mit einander stimmen. Weil es indefs sehr angenehm ist, die gangBestimmungen der specifischen Gewichte der Flüssigkeinn sie auch nur in genäherten Werthen richtig sind, seeinsehen zu können, so habe ich diese in der nachfolTabelle zusammengestellt.

igkeiten	Sp. Gew.	Flüssigkeiten	Sp. Gew.
äure - -	1,0150	Kleesäure - -	1,0450
- - -	0,7920	Krausemünzöl -	0,9750
ısäure -	1,1168	Lavendelöl - -	0,8930
ıs. Naphtha	0,9157	Leinöl - - -	0,9400
iak - -	0,8750	Mandelöl - -	0,9200
- - -	0,9857	Milch - 1,020	1,0410
äther -	0,6900	Mohnöl - - -	0,9220
., stärkste	2,5500	Muscatnufsöl -	0,948
ıttöl -	0,8880	Nelkenöl - -	1,0340
1,0230	1,0340	Nufsöl - - -	0,9470
e - -	0,7050	Oelsäure - -	0,8990
ser 1,0250	1,0310	Olivenöl - -	0,9153
Essiggeist	0,7864	Petroleum 0,836	0,7580
ure - -	1,7770	Pfeffermünzöl -	0,9200
ernöl -	0,9230	Pomranzenschalenöl	0,8880
l - -	0,9780	Ricinusöl - -	0,9699
l - -	0,8990	Rosenöl - - -	0,8320
enöl -	0,9380	Rosmarinöl - -	0,8886
öl 0,8470	0,8517	Rüböl (Rapsöl)	0,9193
w. im Min.	1,7000	Salpeternaphtha	0,8000
- im Max.	1,6280	Salpetersäure -	1,5130
kstoff -	1,6530	Salpetrige Säure	1,4510
lüss. -	0,9000	Salzäther - -	0,874
il - -	0,9178	Salzsäure, höchstens,	1,2109
äure -	0,9410	Salveiöl - - -	0,8640
- 0,7500	0,8400	Sassafrasöl - -	1,0940
r - -	0,8660	Schwefeläther 0,710	0,758
e, concentr.	1,0791	Schwefelblausäure	1,0220
ehydrat	1,0630	Schwefelkohlenstoff	1,2720
l - -	0,9970	Schwefelsäure -	1,9546
e - -	1,0609	— geschmolz.	1,9700
- - -	1,0110	— Nordhäuser	1,8960
- - -	1,4500	— Vitriolöl	1,8450
aphtha	1,9206	— Unterschwe-	
äure -	1,7000	fels. Hydrat	1,3470

Flüssigkeiten	Sp. Gew.	Flüssigkeiten	Sp.
Seewasser - -	1,0286	Wein. Burgund	0,99
— todtes Meer	1,2122	— Bourdeaux	0,99
Spiköl - - -	0,8770	— Champagner	0,9
Therpentinöl -	0,7920	— Portw. -	0,9
Thran - - -	0,9270	— Capwein	1,0
Wachholderöl -	0,9110	— Canarien	1,0
Wasserstoffhyper-oxyd	1,4520	— Malaga -	1,1
Wein. Rhein.	0,9925	— Madeira -	1,0
— Französ. weifs	1,0200	Weinsteinöl -	1,0
		Zimmetöl - -	1,0

C. Specifisches Gewicht der festen Körp

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes fest bedient man sich in der Regel nur zweier Apparate, de son'schen Hydrometers und der hydrostatischen Wa diese beiden scheinen mir auch allein hierzu brauchba Jener erstere Apparat ist bereits beschrieben[1], und de ren wird noch ein eigener Abschnitt im Artikel *W* met werden. Das Verfahren bei beiden ist so ziem nämliche; indefs scheint es mir am zweckmäfsigsten, p zeln zu beschreiben.

1. Das *Aräometer* ist nicht ohne Grund durch H Bestimmung des spec. Gew. insbesondere der Mine pfohlen, denn es vereinigt Bequemlichkeit mit G und ist daneben nicht kostbar. Die schon im Art. *A* beschriebene Methode, das spec. Gew. vermittelst des bestimmen, ist in der Kürze folgende. Bei einer mittler peratur wird der Apparat vermittelst willkürlicher, in d Schale gelegter Gewichttheilchen zum Eintauchen bis Zeichen an seinem dünnen Halse gebracht, dann nim nach Schätzung die erforderliche Menge Gewichttheil legt statt deren den zu wägenden Körper hinein, s Gleichgewicht wieder her, so dafs der Apparat bis an d chen einsinkt, und findet hiermit das absolute Gewicht d

---

1 S. Art. *Aräometer*. Th. I. S. 385 und 86, wo das N sche Hygrometer und das etwas abgeänderte *aréomètre* - ba sen sich Charles bediente, beschrieben und im Fig. 77 ab bildet sind.

$= \Pi$. Wird derselbe dann in das Schälchen am unteren
le des Apparates gelegt, und auf diese Weise mit in das
ser getaucht, so wird das Gewicht des Ganzen um so viel
ter seyn, als das Gewicht des durch den Körper verdräng-
Vassers beträgt, und dieses mufs daher durch Gewichttheile
t werden, welche man in das obere Schälchen legt. Sind
$= P$, so ist das uncorrigirte spec. Gew. des Körpers

$$\pi = \frac{\Pi}{P}.$$

). Das Verfahren beim Gebrauche der hydrostatischen
e hat hiermit grofse Aehnlichkeit, und ist im Wesentlichen
ämliche, wie ich solches oben unter B No. 4 beschrieben
Man hängt nämlich den zu untersuchenden Körper an
geeigneten Faden an das Häkchen unter der einen Waag-
, und sucht sein absolutes Gewicht $= \Pi$, läfst ihn dann
Wasser herabhängen, wodurch er um ein dem seinigen
leiches Volumen Wassers leichter wird, dessen Gewicht
nge der Gewichttheile angiebt, welche man aus der an-
Waagschale nehmen, oder in diejenige, woran er selbst
ngen ist, zulegen mufs, um das Gleichgewicht nach dem
ken in das Wasser wieder herzustellen, und welches
t. Diesemnach ergiebt sich das uncorrigirte spec. Gew.

$$\pi = \frac{\Pi}{P}.$$

r im Allgemeinen angegebene Verfahren erfordert indefs
edene Vorsichtsregeln und einige Correctionen, welche
eln namhaft machen will, da sich die meisten auf beide
e beziehen.

An jeden festen Körper setzen sich gar leicht Luftblasen
che ihn beim Eintauchen in das Wasser nicht verlassen
kleine Schwimmblasen aufserordentlich erleichtern. Man
her nicht selten, dafs z. B. Zucker im Wasser durch die
en wieder emporgehoben wird, welche aus seiner Masse
ringen. Hierdurch verlieren also die Körper im Wasser
mehr an Gewicht, als ihrem Volumen proportional ist,
dieser Fehler nicht corrigirt werden kann, so ist sorg-
rauf zu achten, dafs solche Blasen nicht vorhanden
urch kann man sie bei gehöriger Vorsicht mit einem
inzeln entfernen.

Der feste Körper mufs an der hydrostatischen Waage

vermittelst eines Halters aufgehangen werden, dessen absolutes und specifisches Gewicht zugleich mit dem des zu untersuchenden Körpers gefunden wird, und daher mit letzterem verbunden eine Unrichtigkeit herbeiführt. Man hat früher vorgeschlagen, sich zum Aufhängen eines Pferdehaares zu bedienen, dessen spec. Gew. von dem des Wassers wenig verschieden, allein dieses würde den Fehler nur dann aufheben, wenn ein gleiches Pferdehaar bei der Bestimmung des absoluten Gewichtes in die Waagschale der Gewichte legte und nach dem Einsenken in das Wasser bis auf einen gleichen Theil, als vorher nicht in das Wasser getaucht ist, herausnähme, in welchem Falle der begangene Fehler verschwindend klein gemacht würde. Sonst wird auch gerathen, einen sehr feinen Platindraht zum Aufhängen des Körpers zu wählen, und einen solchen in die andere Waagschale zu legen. Hierbei wird das durch den feinen Draht verdrängte Wassermenge als verschwindend klein betrachtet, welches aber nicht in ganzer Strenge richtig ist. Am besten scheint es mir, den feinen Platindraht, woran der Körper beim Einsenken in das Wasser aufgehängt werden soll, vorher an das Häkchen der Waagschale zu hängen, ihn ins Wasser zu senken und zu tariren, dann das absolute Gewicht des auf der Waagschale liegenden Körpers zu bestimmen, wobei der Platindraht stets bis zur nämlichen Tiefe im Wasser bleibt, hiernächst den Körper in der Schlinge des Drahtes bei dem Wasser zu senken und das Gleichgewicht der Waage wieder herzustellen, wedurch das Gewicht des durch ihn verdrängten Wassers $= \Pi$ gefunden wird. Bei dieser Methode fällt der angegebene Fehler völlig weg.

c. Viele Körper sind leichter als das Wasser, und sinken daher in ihm nicht unter. Diesem Hindernisse ist leicht zu begegnen. Beim Nicholson'schen Aräometer nämlich wird das untere Eimerchen so eingerichtet, dafs man dasselbe umdrehen und mit seiner Wölbung nach oben richten kann, um den Körper unter dasselbe zu schieben, und es mufs für diesen Fall mit Häkchern versehen seyn, damit keine Luft unter demselben eingesperrt wird, und die genaue Wägung unmöglich macht. Bei der hydrostatischen Waage ist das Verfahren eben so einfach. Es wird an die Schlinge, welche den zu wägenden Körper aufnehmen soll, vorher ein pafsliches Bleigewicht gehangen wird, welches mit diese und den nachher hineingeknüpften Körper im Wasser

ht. Dabei versteht sich von selbst, dafs jenes Gewicht, leiche Weise als die Schlinge des Platindrahtes, wie so eben geben ist, vor der eigentlichen Wägung ins Wasser herab- kt, dann das Gleichgewicht der Waage hergestellt, und ächst erst die eigentliche Wägung angefangen wird.

d. Eine nicht unbedeutende Zahl von Körpern sind von rt, dafs sie eine grofse Menge von Wasser in sich aufneh- ohne dadurch aufgelöset zu werden. Biot[1] nennt in die- Falle die Bestimmung des spec. Gewichtes zweideutig, al- die Sache ist noch weit bedeutender, als sie hiernach er- nt, wenn man die Frage allgemein aufstellt, in welcher der Körper ihr spec. Gew. bestimmt werden soll? Die tigkeit dieser Frage wird einleuchtender, wenn ich die Be- tung aufstelle, dafs mit Ausnahme der leichteren Metalle, estandenen Fettes, des Wachses und einiger anderen Kör- lle übrigen, namentlich die sämmtlichen Holzarten an sich fisch schwerer sind, als Wasser. So sinken feines Säge- von jedem Holze, sehr fein geraspelter oder mit einer fen Feile gefeilter Kork, ja sogar der feine Staub auf Men- und Büchern, welcher in den Zimmern mechanisch in die gehoben wird (sogenannte Sonnenstäubchen) und aus der wieder herabfällt, im Wasser unter. Von den Hölzern ist on seit Jurin[2] bekannt, dafs viele derselben im Wasser gehen, wenn sie eine geraume Zeit darin gelegen haben, ich dann eine beträchtliche Menge Wasser in ihre Poren t, und so folgt von selbst, dafs feuchte Hölzer, wenn sie Zeit dem Eindringen des Wassers in ihr Inneres ausgesetzt , specifisch schwerer seyn müssen, als ausgetrocknete. hierher gehörige Thatsache erzählt Scoresby[3], nämlich olz, welches tief ins Meer gesenkt wird, durch den unge- Wasserdruck so viel Wasser aufnimmt, dafs es beträcht- hwerer als das Wasser erscheint. Die Untersuchung die- che wurde durch einen Zufall in Anregung gebracht. Es

---

Traité. I. 427.

Phil. Trans. XXXI. 114.

Edinb. Phil. Journ. N. II. p. 363. Bei den angestellten Versu- st merkwürdig, dafs alle dazu angewandten, bis 6348 engl. Fufs s Meer hinabgesenkten Hölzer specifisch schwerer wurden als r aufser Korkholz, welches nur von 0,225 auf 0,478 stieg. Vgl. No. XI. p. 115.

traf sich nämlich, daſs das Tau an der Harpune sich [illegible] Boot schlang, und der harpunirte Wallfisch dasselbe mit [illegible] die Tiefe zog, dann aber, nachdem er wieder an die Ober[illegible] gekommen und getödtet war, seines geringen spec. Gew. [illegible] achtet, durch dasselbe zum Sinken gebracht wurde, und [illegible] ren wäre, wenn man nicht das Tau durch einen Haken [illegible] halten hätte. Absichtlich nachher angestellte Versuche [illegible] zern, welche in beträchtliche Tiefen hinabgelassen [illegible] zeigten dann das starke Eindringen des Wassers in [illegible] und ihr auſserordentlich vermehrtes spec. Gewicht. Eben [illegible] ist der Fall bei verschiedenen Fossilien, namentlich den [illegible] Steinen, welche mit Wasser gesättigt ein weit gröſseres [illegible] tes Gewicht haben, als wenn sie trocken sind, und [illegible] der Bestimmung ihres spec. Gew. ganz andere Werthe [illegible] Zustande als in diesem geben müssen, wie namentlich [illegible] Brisson und Guyton de Morveau bemerkt haben[1].

Daſs hieraus eine gewisse Unsicherheit in der Bestimmung des specifischen Gewichtes mancher Körper entstehen [illegible] keinen Augenblick zu verkennen, und hiernach muſs [illegible] der Grad der Genauigkeit gewürdigt werden, dessen die [illegible] bekannten Angaben fähig sind. Inzwischen glaube ich [illegible] daſs die Hauptfrage, nämlich wie und unter welchen [illegible] gen das spec. Gew. solcher poröser Körper bestimmt [illegible] müsse, leicht zu beantworten sey. Indem man nämlich [illegible] gemeinen den praktischen Nutzen berücksichtigt, kann [illegible] Körper nicht wohl anders in Untersuchung nehmen, [illegible] sie sich in ihrem gewöhnlichen mittleren Zustande der [illegible] heit befinden, und auf allen Fall darf man sie nicht in [illegible] wiegen, obgleich auch disses zur näheren Erforsch[illegible] eigentlichen Beschaffenheit nicht unnütz ist, und [illegible] wenig bekannten, unten zu beschreibenden Apparate [illegible] sicher geschehen kann.

Hiernach wird also das spec. Gewicht namentlich [illegible] zer, desgleichen einiger Fossilien und unter ihnen haupt[illegible] der Steine, so wie auch verschiedener anderer Körper [illegible] am meisten regelmäſsigen und gewöhnlichen Zustande [illegible] Trockenheit bestimmt. Dabei ist aber hauptsächlich [illegible] sichtigen, daſs verschiedene dieser Substanzen beim [illegible]

1 Ann. de Chim. LX. 121.

asser eine grofse Menge desselben einsaugen, so dafs es
ns unmöglich ist, die Waage zum Gleichgewichte zu brin-
nsofern aber hierbei der Körper zunehmend schwerer wird,
ein specifisches Gewicht wachsen, und das auf diese Weise
ene würde in einigen Fällen mit demjenigen gar nicht über-
imen, was schon durch das blofse Gefühl gegeben wird.
eine Wägung solcher Körper im Wasser überhaupt un-
h ist, wenn sie in demselben zerfallen, so ergiebt sich
das Verfahren zur Bestimmung ihres spec. Gewichtes von
Es wird nämlich zuerst ihr absolutes Gewicht $= \Pi$ ge-
dann senkt man sie ins Wasser und läfst sie so lange dar-
sie während einer zum Einstellen der Waage erforderli-
eit kein Wasser mehr einsaugen, nimmt sie heraus, legt
lie Waagschale der hydrostatischen Waage und bringt
ieder ins Gleichgewicht, senkt sie dann ins Wasser und
iren Gewichtsverlust $= P$, wodurch

$$\varkappa = \frac{\Pi}{P}$$

wird. Es ist augenfällig, dafs hierdurch ihr eigentli-
c. Gew. gegeben werde, denn man erhält das Verhält-
s absoluten Gewichtes zu dem Gewichte eines gleichen
is Wasser. Auf der andern Seite ist nicht zu verken-
fs von dem in die Masse des Körpers eingedrungenen
gleichfalls Wasser verdrängt, und somit in gewisser
der Gewichtsverlust gefunden wird, welchen dieses ver-
Man wiege z. B. einen lockeren Stein und finde sein
s Gewicht $\Pi = 1000$ Gewichttheile, senke ihn bis zur
; ins Wasser, und finde die Gewichtsvermehrung $= 50$
heilchen. Nach dem Einsenken des an der hydrostati-
aage hängenden Körpers sey das Gewicht, welches man
gschale, woran derselbe hängt, zum Herstellen des
wichts zulegen mufs $= 240$ Gewichttheile $= P$, so ist
ıtliches specifisches Gewicht

$$\varkappa = \frac{\Pi}{P} = \frac{1000}{240} = 4{,}167.$$

icksichtigt man aber, dafs die aufgesogenen 50 Gewicht-
asser nicht zu seiner Masse gehören, so hat man

$$\varkappa = \frac{\Pi}{P} = \frac{1000}{240 - 50} = \frac{1000}{190} = 5{,}263.$$

Es ist indefs klar, dafs jene erste Bestimmung nach dem aufgestellten Principe die richtige sey.

e. Verschiedene Körper, als Salze, Gummi u. s. w. sind in Wasser auflöslich, und können daher in dasselbe nicht eingetaucht werden; sie sind dagegen unauflösbar in einer andern Flüssigkeit von bekanntem spec. Gewichte = L. In dieser für wiege man sie in dieser Flüssigkeit, und bestimme den wichtsverlust = S. Man erhält alsdann die Proportion P 1 : L, wenn P den Gewichtsverlust im Wasser bezeichne man findet also das spec. Gew.

$$\pi = \frac{\Pi L}{S}$$

Dieses ist zwar in der Theorie sehr leicht, allein in der Pra mufs die gehörige Vorsicht angewandt werden, damit keine Auflösung der Körper durch diejenigen Flüssigkeiten findet, in denen man die Wägung vornimmt. Insbesonder Hassenfratz[1], dafs auch die reinsten Flüssigkeiten, der sich gewöhnlich zu diesem Zwecke bedient, dennoch las was namentlich von den Salzen auflösen, wenn man d Gew. von diesen durch Wägen in jenen bestimmen w glaubte daher blofs das Quecksilber als einzig sicher zu können. Zu diesem Ende tarirte er ein Glas mit en gem Halse und einem stets bis zu einer gewissen gleich herabgehenden Glasstöpsel, füllte dasselbe mit Queckse und bestimmte dessen Gewicht, dann leerte er dasse brachte das zu bestimmende Salz von bekanntem absol wichte hinein, tarirte dieses nebst dem Glase auf eine goss das Gläschen voll Quecksilber, und wog die Quan selben, nachdem er zuvor die in den Zwischenräumen Luft durch Exantliren unter einer Campane vermittelst d pumpe weggeschafft hatte. Der Unterschied der Gew Quecksilbers, welches das leere Glas und das mit hinei tetem Salze wog, gab das Volumen des letzteren m nebst seinem absoluten Gewichte das specifische Gewic indefs die Salze, obgleich nicht eigentlich in Pulverfor nur in kleineren Stücken vorhanden sind, so läfst sich v ser Methode keine grofse Genauigkeit erwarten. Es find lich eine weit gröfsere Adhäsion der Quecksilbertheilch

1 Ann. de Chim. XXVIII. 1 ff.

als gegen die Salze statt, dieses wird daher nicht in die chenräume zwischen den einzelnen Stücken eindringen, um eniger, wenn die letzteren in die Höhe gehoben werden, das spec. Gew. kann daher durch diese Methode nicht genau ten werden [1]. Dem später zu erwähnenden Stereomètre Say gebührt daher auch in dem vorliegenden Falle der ng.

f. In der Regel sind die Bestimmungen der specifischen chte weder mit dem Aräometer noch mit der hydrostati- Waage so genau, dafs es sich der Mühe belohnte, sie we- aller enthaltenen Fehler zu corrigiren. Man giebt daher nigen Thermometer- und Barometerstand an, bei welchem Wägung angestellt ist, und sieht dieses als genügend an, i man nur darauf bedacht ist, dafs die Temperatur eine re von etwa 15° bis 20° C. ist. Der Vollständigkeit we- will ich indefs die erforderlichen Correctionen hinzufügen. Wird mit dem einen oder dem andern der genannten Ap- das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers ge- n, so ist dieses um so viel geringer, als das Gewicht der er Stelle verdrängten Luft beträgt. Das Volumen dieser ist aber allezeit so grofs, als das Volumen des durch den- Körper verdrängten Wassers, und da letzteres durch das cht $= P$ bestimmt wird, so mufs hiernach das corrigirte cht $\Pi' = \Pi + \alpha P$ werden, wenn α das oben angegebene irte Verhältnifs der Dichtigkeit der Luft gegen Wasser be- net. Allein dieser Gewichtsverlust ist um so viel zu grofs, r Körper selbst durch Warme ausgedehnt wird, und mufs m ebensoviel vermindert werden, wonach also $\Pi' = \Pi$ $(1 - Kt)$ wird, wenn K die cubische Ausdehnung des enen Körpers bezeichnet. Auf gleiche Weise ist der ge- e Verlust im Wasser, oder das Gewicht des aus der Stelle ingten Wessers um so viel zu geringe, als die Ausdehnung assers beträgt, jedoch darf diese Grölse nicht ganz genom- verden, sondern um denjenigen Theil vermindert, um wel- der Körper selbst durch Wärme ausgedehnt ist. Hieraus der corrigirte Werth dieser Grölse $P' = P(1 + \Delta(1 -$ wenn Δ die Ausdehnung des Wassers vom Puncte seiner n Dichtigkeit an gerechnet bei der Temperatur der Wä-

[1] Vergl G G. Schmidt bei G. IV. 207.

gung beträgt. Diesemnach ist also das corrigirte specifische Gewicht des Körpers

$$\pi' = \frac{H + a\,P\,(1 - Kt)}{P(1 + \triangle(1 - Kt))}$$

Hierbei kann der Werth von $\triangle$ aus der oben mitgetheilten Tabelle für die Ausdehnung des Wassers bei den verschiedenen Temperaturgraden entnommen werden, der Werth von K aber nicht allgemein bekannt. In einigen Fällen, wenn die lineare Ausdehnung der festen Körper sich mit einem genügenden Grade von Genauigkeit aus der im Art. *Ausdehnung*[1] mitgetheilten Tabelle entnehmen läfst, z. B. wenn man das spec. Gew. der Metalle bestimmen wollte, darf man nur die dort aufgenommenen Werthe der linearen Ausdehnung mit 3 multiplicirt, um die cubische = K zu erhalten. In vielen Fällen ist übrigens die Ausdehnung der Körper so geringe, dafs der Factor für sie füglich vernachlässigt werden kann, ohne der Genauigkeit Abbruch zu thun, um so mehr, als der Factor $1 + Kt$ sowohl im Zähler als auch im Nenner vorkommt. Lassen sich aber die angegebenen Correctionen in der erforderlichen Schärfe anwenden, so erhält man nur dadurch das specifische Gewicht der festen Körper bei 0° Temperatur gegen Wasser im Puncte der gröfsten Dichtigkeit völlig genau.

Als ein Zusatz zu dieser ausführlichen Darstellung der Methode, nach welcher das spec. Gewicht der festen Körper gefunden wird, möge noch Folgendes betrachtet werden. Körper in Form bloſser Körner, oder selbst als Pulver vorhanden, können auf keine Weise an der hydrostatischen Wage gehangen und gewogen werden. Sind die Körner so grofs, dafs sie nicht durch die Löcher des Siebchens an Nicholson's Aräometer fallen, und sind sie specifisch schwerer als Wasser, so kann man sich zur Bestimmung ihres spec. Gew. dieses Aräometers bedienen. Sind sie dagegen feiner, so würden sie durch die Löcher fallen, wenn diese auch allezeit sehr klein sind, und wenn sie leichter als Wasser sind, so dürfte es leicht unmöglich seyn, sie ohne Verlust sämmtlich unter das umgekehrte Siebchen zu bringen. Im Allgemeinen ist nach dem, was oben unter d gesagt ist, die Bestimmung des spec. Gew. der Körper in Pulverform, eine mifsliche Aufgabe, und führt in den

1 S. Th. I. S. 582.

he mit den gewöhnlichen Angaben der spec. Gew. nicht einstimmen. Indefs kann es von Interesse seyn, auch von en Körpern, welche blofs in Pulverform vorhanden sind, des Schiefspulvers, das spec. Gewicht zu kennen, oder Unterschied der spec. Gewichte anderer Körper in fester Gestalt und in Pulverform mit einander zu vergleichen. Für diesen weck würde ich im Allgemeinen rathen, das durch Say schlagane Werkzeug in Anwendung zu bringen, indefs sich auch andere Apparate dazu benutzen, wenn man im Besitze eines solchen ist.

Wenn man die Absicht hat, das specifische Gewicht von rn in der Art kennen zu lernen, um daraus das absolute cht desselben, wenn es einen gegebenen Raum ausfüllt, zu hnen, z. B. wenn man das Gewicht einer Menge Schiefs- rs zu wissen wünscht, welche einen Cubikfufs Raum erso ist nichts leichter und einfacher, als ein Mafs von gekanntem Inhalte damit zu füllen, zu wägen, und hier- das spec. Gew. zu bestimmen. Ist z. B. das Gewicht eiubikzolles reines Wasser = G, und man besitzt ein geMafs, dessen Inhalt 3 Cub. Z. fafst, so fülle man dieses ler Tarirung ganz mit dem Pulver an, bestimme dessen tes Gewicht = A und hat das spec. Gew. desselben als im Ganzen genommen

$$\pi = \frac{A}{3\,G}.$$

man kein solches genaues Mafs besitzt, so ist es eben so ı, ein willkürliches, hierzu geeignetes zu tariren, mit ulver zu füllen, dessen Gewicht = Π zu bestimmen, dann ›e nach der Ausleerung abermals mit Wasser zu füllen ıch das Gewicht von diesem = P zu bestimmen, wo-

$\pi = \frac{\Pi}{P}$ erhalten wird. Es versteht sich wohl von selbst,

ne solche Wägung zu unvollkommen ist, als dafs es sich ihe lohnte, hierbei irgend eine Correction anzubringen. gegen das spec. Gewicht des Pulvers auf eine solche Weiimmt werden, dafs man blofs den Raum berücksichtigt, n die Masse desselben einnimmt, also ohne wie eben anmen wurde, die Zwischenräume zwischen seinen Partikeln seiner Masse zu rechnen und dasselbe als einen zusamngenden, aber höchst zerreiblichen Körper zu betrachten,

so ist es am einfachsten, ein kleines Gläschen mit einem engen Halse [1] auf einer Waage zu tariren, und das Gewicht des Wassers, wodurch dasselbe ganz angefüllt wird = S zu bestimmen. Alsdann wird das absolute Gewicht des Pulvers = Π gesetzt, dasselbe in das trockene Gläschen geschüttet und die Waage nach dem Aufsetzen des Gläschens mit dem Pulver ins Gleichgewicht gestellt, statt dessen man auch das Gläschen auf der Waage tariren, das Pulver hineinschütten, und dessen absolutes Gewicht = Π bestimmen kann, welches Verfahren das sicherere ist. Alsdann wird das Gläschen mit Wasser gefüllt wieder auch bei solchen Pulvern, deren spec. Gew. geringer ist als das des Wassers, wegen des Widerstandes der Wände des engen Halses gegen das Aufsteigen derselben sich mit Wasser ganz anfüllen läfst) und das Gewicht dieses Wassers = s gesetzt. Hiernach ist also S — s dasjenige Volumen des Wassers, welches durch das Pulver verdrängt ist, und das specifische Gewicht des Pulvers ist

$$\pi = \frac{\Pi}{S - s}.$$

Messungen dieser Art sind sehr schwierig wegen der Luft, die sich gern zwischen den zusammengeballten Theilen des Pulvers aufhält, und es wird daher nicht der Mühe werth sein, eine Correction anzubringen. Eben so versteht es sich von selbst, dafs Pulverarten, welche im Wasser auflöslich sind, in Weingeist, Petroleum oder einer sonstigen Flüssigkeit gewogen werden können, wonach dann das gegen diese gefundene spec. Gew. derselben auf diese oben in Nro. 1 angegebene Weise leicht auf Wasser reducirt werden kann, wenn man dasselbe mit dem spec. Gew. der angewandten Flüssigkeiten multiplicirt.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Pulver ist wohl ohne Zweifel dasjenige Instrument bei weitem am brauchbarsten, welches H. Say unlängst erfunden und unter dem Namen *Stereometer* bekannt gemacht hat. Seiner Zu-

---

1 Der Hals eines solchen Gläschens kann eine bis höchstens derthalb Lin. im Durchmesser halten, und mufs also weiter sein beim Homberg'schen Aräometer, wobei er höchstens 0,4 Lin. betragen darf, um eine Verdunstung oder eine Verunreinigung mancher Flüssigkeiten durch die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft zu verhüten.

gkeit ungeachtet ist dennoch dieses Instrument nur wenig
tet, weswegen Leslie[1] dasselbe vor Kurzem als eine neue
lung von ihm selbst bekannt machen konnte, und deswe-
m so mehr zu entschuldigen ist, als so viele Herausgeber
talischer Zeitschriften dasselbe wirklich als eine neue Er-
g aufnahmen[2]. Leslie hat sogleich verschiedene Versu-
amit angestellt, und interessante Resultate erhalten. So
r unter andern das spec. Gew. der Holzkohle gröfser als
iamants; des Mahagoni-Holzes = 1,680; des Weizen-
s = 1,56; des Zuckers = 1,83; des Kochsalzes = 2,15;
heinbar leichten vulcanischen Asche = 4,4 in genauer Ue-
stimmung mit dem, was oben Nr. 4 angegeben ist. Der
at verdient also gar sehr empfohlen zu werden. Weil ich
ben aber bereits ausführlich beschrieben, und die Metho-
nach welcher das spec. Gewicht von Pulvern vermit-
esselben gefunden wird, genau angegeben habe[3], so ge-
s hier auf jene Stelle zu verweisen.

o wie man nach dem, was oben unter B angegeben ist,
telst eines genau ausgemessenen festen Körpers das abso-
ewicht eines bestimmten Volumens von Wasser durch
ken von jenem in dasselbe finden kann, eben so läfst sich
ehrt, wenn die letztere Bestimmung als völlig genau be-
t wird, das Volumen eines Körpers mit gröfserer Schärfe,
metrische Messungen sie in der Regel geben, durch Ein-
desselben in Wasser finden. Zu diesem Ende stelle man
eignetes Gefäfs mit Wasser auf eine Waagschale, senke
elbe denjenigen Theil des Fadens oder Drahtes, an wel-
nan den Körper aufgehangen in das Wasser herablassen
und stelle die Waage durch aufgelégte willkürliche Sub-
n in's Gleichgewicht, binde dann den Körper an den ge-
n Faden oder Draht, senke ihn in das Wasser so, dafs
berschufs seines Gawichtes oder sein relatives Gewicht
die Hand des Beobachters oder einen festen Arm getragen
also dafs er den Boden des Wassergefäfses nicht berührt,
ge auf die andere Waagschale so viele Gewichte = E, bis

Ann. of Phil. Nro. LXIV. 313.

Vergl. Fischer Phys. Wörterb. Th. X. S. 443. Gött. 1827. 8.
elbe gleichfalls als neu nachgetragen ist.

S. Th. I. S. 395.

die Waage wieder ins Gleichgewicht gestellt ist. Wenn dann das absolute Gewicht eines gegebenen Volumens Wasser = C bekannt ist, so erhält man einfach das gesuchte Volumen des Körpers $V = \frac{E}{C}$. Ist der Körper beträchtlich lang, und erfordert deswegen ein etwas grofses Gefäfs mit Wasser, so können die gesuchten Gewichte nicht vermittelst feiner Waagen in gehöriger Schärfe erhalten werden. Es ist daher in diesem Falle wohl allgemein besser, das Gefäfs mit Wasser auf einem Tische hinzustellen, den Körper an einer feinen Waage zu wägen, dann ins Wasser herabzulassen, und auf diese Weise seinen Gewichtsverlust = E zu bestimmen, um vermittelst der nämlichen Formel sein Volumen = V zu finden. Nach der französischen Mafsbestimmung wiegt ein Cubik-Centimeter reines Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit 1 Gramm. Hätte also bei einer solchen Wägung das erforderliche Gewicht E 10 Grammes betragen, so wäre C = 1 und V = 10 Cub. Centimeter oder 0,01 Cub. Decimeter gefunden. Aus dem Vorhergehenden folgt von selbst, dafs diese Bestimmung nur dann richtig genau seyn könnte, wenn die Wägung bei 3°,78 C. im Puncte der gröfsten Dichtigkeit des Wassers angestellt wäre. Aber selbst dann würde sie in sofern nicht absolut scharf seyn, als der von 0° C. an bis 3°,78 ausgedehnte Körper mehr Wasser aus der Stelle treibt, als er bis zum Gefrierpuncte erkaltet wiegen würde. Soll also das Volumen des Körpers bei 0° Temperatur gegen Wasser im Puncte der gröfsten Dichtigkeit genau gefunden werden, so heifst das hiernach corrigirte Volumen

$$V' = \frac{V(1 + \Delta)}{1 + Kt}$$

wenn Δ die Ausdehnung des Wassers bei der Temperatur der Wägung bezeichnet, welche aus der dieser Untersuchung ausgeschickten Tabelle entnommen werden kann, K aber die cubische Ausdehnung des Körpers von 0° an gerechnet. Auf gleiche Weise auch der Rauminhalt eines gegebenen Gefäfses durch Abwägung desselben, wenn es mit Wasser gefüllt ist, gefunden werde, versteht sich von selbst, ist auch bereits oben gelegentlich erwähnt, auch stützt sich hierauf die schon im Anfange unter A angegebene Methode der Gewichtsbestimmung von Luft und Gasarten. Es bedarf daher hier auch einer näheren Angabe der hierbei erforderlichen Correctionen

he ich diese Untersuchung mit einer Tabelle beschliefse, e die gangbarsten Bestimmungen der specifischen Gewich- am häufigsten vorkommenden Körper enthält, mufs ich noch eine Bemerkung hinzufügen, welche sich auf alle mitgetheilte Bestimmungen der specifischen Gewichte be- Bei allen Wägungen nämlich, wodurch diese erhalten n, sind zur völligen Genauigkeit Correctionen erforderlich, ch der aërostatische Einfluss der Luft auf das Gewicht der enen Körper beseitigt wird, allein es ist unverkennbar, eser zugleich auch die Gewichttheile selbst afficirt. In- en finde ich ohne genaues Suchen bei keinem Schriftsteller iesen Gegenstand eine deswegen erforderliche Correction it, und selbst Biot, welcher die Sache am ausführlichsten nauesten dargestellt hat, gedenkt ihrer nicht. Im wesent- ist aber Folgendes hierbei zu bemerken. 1. Wenn zur ng des specifischen Gewichtes zwei absolute Gewichte ander verglichen werden, also z. B. das absolute Gewicht örpers und das des Wassers, welches er aus der Stelle der Gewichtsverlust eines Glaskörpers im Wasser und r andern Flüssigkeit oder die absoluten Gewichte gleicher um von Wasser und einer Flüssigkeit, also bei den angege- estimmungen der specifischen Gewichte der Körper, sowohl tischen als auch der tropfbar flüssigen und festen, so ist orrection wegen des Verlustes erforderlich, welchen die dten Gewichtstücke dadurch erleiden, dafs sie nicht im laume angewandt werden, oder so viel von ihrem Ge- erlieren, als ein ihrem Volumen gleiches Quantum Luft welches sie aus der Stelle treiben, wenn anders beide en in Luft von gleichem Gewichte angestellt werden. n Falle nämlich sind zwar beide Gewichte leichter, als luft genommen seyn würden, allein in ganz gleichem isse, und beide Correctionen heben daher einander. Verden daher zwei verglichene Wägungen zu verschie- eiten und bei merklich veränderten Barometerständen

---

* LLSTRÖM hat zwar bei seinen Bestimmungen der Ausdehnung ers bei G. LXXVII. 161 die gebrauchten Gewichte auf den um reducirt, allein ich meine, es unterliege keinem Zwei- diese Reduction überflüssig sey, indem man auch mit falschen richtige Resultate erhalten würde, wenn diese nur unter einstimmten.

und Temperaturen angestellt, so ist allerdings eine Correc
erforderlich, weil dann die angewandten Gewichte das einm
schwerer sind, als das anderemal, und die Vergleichung
der daher nicht haarscharf seyn kann. Aber auch in d
Falle ist die Gröfse der erforderlichen Correction so unbe
tend, dafs sie ohne Nachtheil als unmerklich vernachlässig
den kann. Es läfst sich nämlich voraussetzen, d
die Temperaturen, bei welchen die Wägungen vorg
men werden, nicht merklich verschieden sind, und da man
bei an keine bestimmte Zeit gebunden ist, so glaube ich
der gröfste Unterschied des Barometerstandes zu 0,5 Z
nommen werden kann. Ist dann das spec. Gew. der g
ten Messinggewichte nur = 8, so wird der Factor zur Corr
auf den leeren Raum, oder das Verhältnifs des Gewich
Messings zu dem der atmosphärischen Luft in genäherten Z
then $= \frac{0{,}001299}{8} = 0{,}0001624$, und somit der Unte
beider Correctionen $= \frac{0{,}0001624}{56} = 0{,}0000029$, eine unm
liche Gröfse. 2. Wenn dagegen die absoluten Gewich
bener Mafse von Wasser, Luft, u. s. w. bestimmt wer
len, also bei der Regulirung eines normalen Mafssy
ist die Correction unentbehrlich, wovon im Art. *Mafs*
de seyn wird. Sind dann einmal die normalen Gew
mittelst dieser Correction genau bestimmt, so können
nen zu jeder beliebigen Zeit andere von der nämlichen
verfertigt werden, welche dann vollkommene Genauig
währen, weil beide der nämlichen Correction unterlie
sich gegenseitig aufhebt.

Wenn die spec. Gew. von zwei im Wesentlichen
schen Körpern auch mit der gröfsten Sorgfalt bestimmt
so sind die Resultate dennoch zuweilen um eine Kleinig
schieden. Bei Hölzern, thierischen Stoffen u. s. w.
bald mehr bald weniger trocken sind, ist dieses nicht
dern, ebenso bei Körpern, deren Mischungsverhältnifs
den ist, als bei Glassorten, bei solchen, welche einen
oder geringern Grad der Verglasung, der Zusammensint
litten haben, als den Porzellanen und erdenen Kno
ten u. dgl. m. Allein auch manche Fossilien, namentl
steine und auch die Metalle, zeigen ein ungleiches spec. Gew.

s bei den letzteren insbesondere durch die Art ihrer Be-
ng, ob sie gegossen, geschmiedet, zu Draht oder zu
n gezogen, gemünzt sind u. s. w. verschieden ausfällt,
sbesondere Brisson in seinem ausführlichen Werke [1]
viele Beispiele gezeigt hat. Wenn die Unterschiede be-
l sind, und ihre Kenntnifs nützlich ist, z. B. bei gegos-
geschmiedeten und zu Draht gezogenen Metallen, so
nan die verschiedenen gefundenen spec. Gewichte unter
r zu stellen, im entgegengesetzten Falle begnügt man
t der genauesten bekannten Angabe, oder nimmt das wahr-
ich richtige Mittel aus mehreren. Einen solchen Grad
nauigkeit, als welcher sich durch die Befolgung der
ichen angegebenen Regeln erhalten liefse, darf man von
isten bis jetzt bekannten Angaben nicht erwarten.

ASSENFRATZ [2] hat die Bestimmungen der specifischen Ge-
sowohl der festen Körper als auch der Flüssigkeiten ver-
der hydrostatischen Waage verdächtig gemacht, weil
äsion der Flüssigkeiten an die in denselben gewogenen
eine nicht genau bestimmbare Unrichtigkeit herbeiführe,
ier für Flüssigkeiten das Homberg'sche Aräometer als al-
ässig empfohlen. Allein G. G. Schmidt zeigt aus Theo-
Erfahrung [3], dafs allerdings der Widerstand des Was-
en die in demselben gewogenen Körper eine Unrichtig-
vorbringen kann, wenn ihre Oberfläche unverhältnifs-
rofs gegen ihre Masse ist, bei allen andern Körpern aber
ndernifs herbeiführt, wenn man mit einer hinlänglich
chen Waage operirt, bei welcher die Geschwindigkeit
egung nicht in Betrachtung kommt, und die Oscillatio-
angsam seyn können, als man verlangt, ohne dafs da-
r Feinheit der Bestimmungen irgend ein Abbruch ge-

Die Adhäsion der Flüssigkeiten an die eingesenkten
kann aber keine Unrichtigkeit herbeiführen, weil sie
en Seiten wirkt, und also sich gegenseitig aufhebt.
demjenigen Falle, wenn die den Körpern adhärirende
eit durch irgend eine Ursache dichter würde, könnte

---

esanteur spécifique des Corps. cet. A Paris 1787. 4.
m. de Chim. An VI. p. 188. daraus in G. I. 396.
. IV. 194. Die Antwort von Hassenfratz auf die ihm ge-
gegründeten Einwürfe findet man in Ann. de Chim. XXXIX.
l. v. Arnim in G. IV. 369.

sie das Gewicht desselben vermehren, was aber mit Ausnahme der ohnehin auf diese Weise nicht zu wägenden [illegible] Substanzen kaum denkbar ist. Dafs aber die, in eine Flüssigkeit gesenkten Körper von dieser benetzt werden müssen, wenn sie nicht durch dieselbe mit einer gröfseren oder geringeren Kraft sollen zurückgestofsen werden, ist schon oben bemerkt, weswegen es nöthig ist, die Aräometer stets von Fett, [illegible] u. s. w. frei zu erhalten.

Tabellen über die specifischen Gewichte der festen [illegible] findet man von gröfserem oder geringerem Umfange in den meisten Handbüchern der Physik und auch der Chemie. Eine ausführliche, von den Engländern vorzugsweise gebrauchte, [illegible] Gregory[1] zusammengestellt. Unter den älteren Tabellen sind die bekanntesten die von Ghetaldi[2] und Henkel[3], eine ausführlichere und genauere von B. Martin[4], eine von noch gröfserem Umfange, durch Gregory hauptsächlich benutzte von Davies[5]. Eine sehr ausführliche, lange Zeit fast ausschliefslich gebrauchte Tabelle hat Musschenbroek[6] zusammengestellt. Sie wurde zum Theil verdrängt durch das bekannte grofse Werk von Brisson[7] über die spec. Gewichte der Körper, worin [illegible] sind eine Menge einzelner Bestimmungen berichtigt. In Beziehung auf die Mineralien ist dieses im weitesten Umfange geschehen durch Haidinger[8], viele Bestimmungen hat auch Herapath[9] aufzufinden gesucht, jedoch stehen diese letzteren dem ersteren nach, weil Herapath einen allgemeinen [illegible]

---

1 Theoretische, praktische und beschreibende Darstellung der mechanischen Wissenschaften von O. Gregory. Deutsch von [illegible] Vol. I. Halle 1824.

2 Archimedes promotus. Rom. 1603. 4.

3 Pyritologia oder Kieshistorie. Leipz. 1725. 8.

4 Philos. Brit. I. 216.

5 Phil. Trans. N. 488.

6 Introd. II. 536. §. 1417.

7 Pesanteur spécifique des Corps. A Paris 1787. 4. Enthält 989 Bestimmungen, aufser einer Tabelle für Hölzer und einer [illegible]se. Deutsch von L. G. L. Blumhof, mit Zusätzen von Karsten 1795. 8.

8 Edinb. Journ. of Science. Nro. III. 69. VI. 241. XI. [illegible]

9 Phil. Mag. LXIV. 322. Berzelius Jahresbericht. [illegible]

ben begründen wollte. In der nachfolgenden Tabelle ha- ı mich bestrebt, die besten Angaben aufzunehmen [1], und e Bequemlichkeit des Aufsuchens in alphabeticher Ord- so vollständig aufzuzeichnen, als dieses ohne zu grofsen nd von Raum geschehen konnte.

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
- - -	2,590	Auripigment(Rausch-	
holz - -	0,750	gelb) - -	3,48
ter - -	2,700	Axinit - - -	3,270
- - -	1,714	Balsam, Perúvian.	1,150
Erde 1,20	1,740	Baryt - 3,30	4,800
Stein, derb	2,671	Baryum - - -	4,000
— kryst.	2,694	Basalt 2,722	2,864
- - 2,53	2,630	Bausteine, ohngefähr	2,500
- - 3,52	4,000	Benzoe - - -	1,063
ıit - 1,66	1,705	Bergkork - 0,680	0,993
n - - -	2,086	Bergkrystall 2,685	2,880
- - -	3,820	Bergmehl 0,360	1,372
sit - 3,10	3,160	Bergtheer - -	1,130
ıit - 2,70	2,899	Bernstein - 1,065	1,085
hyllit -	3,120	— Säure - -	1,350
ıit - 1,40	1,480	Bildstein - - -	2,810
n - -	6,702	Bimsstein 0,914	1,647
Blende -	4,600	Birnbaumholz -	0,661
Glanz -	4,600	Bitterkalk - -	2,878
Oxyd -	5,560	Bittersalz - -	1,750
Silber 9,44	9,820	Bitterspath - -	2,926
- - 3,128	3,218	Blätterkohle - 1,27	1,340
umholz -	0,793	Blättertellur - 7,00	8,910
llit ⊥ -	2,335	Blasenstein	
it - -	2,920	(menschl.)	1,700
ı Säure -	3,698	Blei - - 11,352	11,445
- - -	5,760	— chromsaures	6,000
Kies - -	6,127	— Glanz -	7,585
Nickel -	7,650	— Hornerz -	6,060
äure -	3,698	— Oxyd, ver-	
iegs. 0,908	2,444	glaset - -	8,010
ieiner 2,050	2,800	— phosphorsau-	
- - 1,07	1,160	res - - -	7,090
- - 3,23	3,340	— Spath - -	6,460

ıter die vorzüglichern Bestimmungen gehören die zahlreichen ı und Dúmas, welche auf 4° C. und den luftleeren Raum re- l.

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
Blei. Vitriol -	6,309	Cölestin - - -	3,9
— Zucker -	2,395	Copal - 1,069	1,1
Blende - - -	4,070	Cordierit - -	2,6
Blutkuchen - -	1,126	Crichtonit - -	4,1
Bolus - - 1,90	2,050	Cronstetit - -	3,3
Boracit - 2,566	2,911	Cypressenholz (spanisches) -	0,6
Borax - - -	1,720	Datolith - 2,85	2,9
— Glas - -	2,600	Diamant - 3,40	
— Säure, geschmolz. -	1,830	Diaspor - - -	3,4
— — krystall.	1,479	Disthen - 3,545	3,6
Bournonit - -	5,790	Drachenblut - -	1,2
Brasilienholz -	1,031	Dysodil - 1,14	1,5
Braunkohle - -	1,280	Ebenholz, americ.	1,2
Brogniartin - 2,73	2,800	— indisches	1,1
Bronzit - 3,201	3,252	— spanisches	1,3
Buchenholz - -	0,852	Edingtonit - -	2,7
Buchsbaumh. franz.	0,912	Eibenbaum, holländ.	0,7
— holländ. -	1,028	— spanisch.	1,0
— brasil. -	1,031	Eichenkernholz -	1,1
Buntkupfererz -	5,000	Eis, im Mittel -	0,9
Butter - - -	0,942	Eisen, geschmiedet	7,8
Cacaobutter - -	0,892	— gegoss.	7,207
Calomel - - -	5,600	— Meteor	7,800
Campecheholz -	0,913	— phosphors.	6,7
Campher - - -	0,986	Eisenchrom - -	4,6
Caoutchouc - -	0,934	— Oxyd, rothes	5,2
Carniol - - -	2,620	— — hydrat	4,2
Cedernholz, wildes	0,596	— Oxydul -	5,7
— aus Palästina	0,613	— Sinter 2,20	2,9
— indisches	1,315	— Vitriol -	1,8
— american.	0,561	Elaterit - - 0,90	
Cerer (neutr. fluss.)	4,700	Elemi - - -	1,0
Cererit - - -	4,930	Elfenbein 1,825	
Cerin - - -	0,969	Epidot - 3,269	3,4
Chabasie - - -	2,040	Epistilbit - -	2,3
Chalcedon 2,207	2,691	Erdkobalt - -	2,9
Chiastolith - -	2,940	Erdpech - - -	1,0
Chrom - - -	5,900	Erlenholz 0,66	
Chromeisen - -	4,362	Eschenholz, Stamm	0,8
Chrysoberyll -	3,750	Euklas - - -	3,0
Chrysolith - 3,34	3,440	Fahlerz 4,79	
Cimolit - - 2,00	2,180	Fahlunit 2,61	
Citronenholz -	0,726	Feldspath 1,841	2,6
Citronensäure -	1617	Fergusonit - -	5,8
Cocusbaumholz -	0,726	Fernambuckholz	1,0

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
Ochsen –	0,923	Gypsspath – –	2,322
Schweine	0,937	Harmotom – –	2,390
Hammel –	0,924	Harz, d. Fichten	1,073
Kalbs –	0,934	— fossiles –	1,046
tein 2,594	2,700	Haselnufs – –	0,600
holz, span.	0,770	Hauyn 2,28	2,833
ath 3,094	3,194	Helvin – – –	3,100
init – –	5,090	Hisingerit – –	3,040
senholz –	1,333	Holunderbaum –	0,695
nit – –	4,230	Holz, fossiles 0,20	1,380
4,23	4,700	Holzkohle 0,280	0,440
teinsäure 0,80	1,000	Honigstein 1,58	1,660
– – –	3,380	Hornblende 2,922	3,410
de – –	2,240	Hornsilber (Chlors.)	5,550
it – –	3,020	Hühnereier – –	1,090
rz (Schwefel-		Hyazinth 4,35	4,680
lber) – –	7,000	Hyperstehn – –	3,390
rünes – –	2,642	Jamesonit – –	5,560
gl. Spiegelg.	2,450	Jaspis 2,358	2,764
rystall 2,892	3,000	Idokras 3,08	3,400
int. engl.		Indigo – – –	0,769
3,373	3,442	Jod – – – –	4,948
franz. 3,158	3,200	Iridium – – –	19,500
Körner's	3,341	Ittnerit – – –	2,300
Fraunhofer's	3,779	Kadmium, gegoss.	8,604
salz – –	1,470	— gehäm. –	8,694
lith – –	2,900	— Oxyd –	8,183
r 2,654	2,934	Kalium – – –	0,865
t – –	2,050	Kali, arseniks. –	2,638
diegen 13,00	18,000	— chroms. –	2,612
gegossen	19,258	— kohlens. –	2,600
gehämmert	19,361	— schwefels.	2,636
gemeiner		Kalihydrat 1,708	2,100
3,668	3,757	Kalk, gebrannter	1,842
edler 3,839	4,230	— phosphors.	3,180
aum – –	1,354	Kalkspath – –	2,714
ägypt. –	2,654	Kalkstein 2,456	2,720
neiner 2,538	2,956	Kannelkohle 1,21	1,270
1,80	2,100	Kaolin – – –	2,210
lz – –	1,200	Karpolit – – –	2,930
ale 1,45	1,600	Kieselerde – –	2,660
arz – –	1,205	Kieselmangan 3,50	3,600
arab. –	1,452	Kieselkupfer –	2,100
juttae –	1,482	Kirschbaumholz	0,715
ack – –	1,139	Kleesäure – –	1,507
– 1,875	2,964	Knebelit – – –	3,710

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
Knochen (Ochsen)	1,656	Manganoxydoxydul	4,7
Kobalt, gegoss. -	7,811	— Glanz -	3,4
— gestreckt	9,152	Marmor, Campan.	2,7
— arseniks. -	3,033	— Carar. -	2,7
— Glanz -	6,290	— Parisch. -	2,7
Kochsalz 2,17	2,300	Mastixbaum - -	0,9
Kohle (eichenholz)	1,573	Mastix - - -	1,0
Korallen - - -	2,690	Mauerstein - -	2
Korkholz - -	0,240	Maulbeerbaum -	0,6
Korund 3,90	3,970	Meerschaum 1,27	1
Kreide 2,252	2,675	Menakan 4,10	4,5
Kryolith - - -	2,963	Mennig - - -	8,9
Kupfer, gegoss.	8,788	Mergel 2,40	2,7
— gehäm. -	9,000	Mesotyp - - -	2,8
— Draht -	8,878	Messing 7,80	8,4
— japanisch	8,434	Meteorstein 3,55	3
— Erz, rothes	5,990	Mispelbaum - -	0,9
— Glanz -	5,690	Molybdän 7,50	8
— Kies - -	4,160	— Glanz -	4,6
— Lasur -	3,831	— Säure -	3,4
— Glimmer	2,540	Monophan - -	3,4
— Oxydul -	5,749	Natrium - - -	0,9
— Schaum -	3,090	Natronhydrat -	1,4
— Smaragd 2,10	3,278	Natron, weins. -	1,4
— Vitriol 2,19	2,300	Nephelin - -	2,6
— phosphors. 3,60	3,800	Nephrit - - -	2,9
— — prism.	4,200	Nickel, gegoss. -	8,2
— Manganerz	3,190	— gestreckt	8,9
— Bleivitriol	5,430	— Antimonglanz	4,3
Labrador 2,714	2,751	Obsidian 2,34	2,4
Lambertsnufsholz	0,600	Olivenbaum - -	0,9
Laumonit - -	2,300	Olivenit - - -	4,1
Lava 2,795	2,823	Onyx 2,638	2,6
Lazulith 3,024	3,039	Opal 1,70	2,1
Leberkies - -	4,630	Ophit - - -	2,7
Leuzit 2,48	2,500	Opium - - -	1,3
Lievrit 3,82	3,99	Orangenbaum -	0,7
Limonienbaum -	0,703	Orthit - - -	3,5
Lindenholz - -	0,604	Palladium, geschm. 11,30	11,8
Lorbeerbaum -	0,822	— gehäm. -	12,1
Magneteisenstein	5,090	Pappelbaum - -	0,5
Mahagoni - -	1,063	— weifs, span.	0,6
Malachit 3,670	4,001	Pech, weifses -	1,0
Mangan - - -	7,000	Pechkohle 1,29	1,3
— Oxyd -	4,328	Pechstein - -	2,3

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
orient. -	2,684	Rutil - - - -	4,240
gemeine -	2,750	Salmiak 1,45	1,600
- - -	2,44	Salpeter - - -	1,900
baum - -	0,785	Sandarach - -	1,050
ıkolith -	2,64	Sandelholz, weifses	1,0410
ıor 1,70	1,77	— rothes -	1,1280
Säure -	2,687	— gelbes -	0,809
Eisen -	6,700	Sandstein 2,2	2,500
Kupfer -	7,122	Sapphir, orient. 4,29	4,830
nin 2,59	2,66	— brasil. -	3,130
geschmolz.	20,855	Sapphirin - -	3,420
gehämm.	21,314	Sassafrasholz -	0,482
geprägt - -	21,343	Saussürit 3,256	3,343
Draht - -	19,267	Schaumkalk - -	2,530
Sand - -	15,601	Scheelit - - -	6,760
it 2,65	2,769	Schiefer - - -	2,672
;mit - -	4,800	Schiefspulver, ge-	
r 2,70	2,800	häuft - -	0,836
n, Meissen	2,493	— geschüttelt	0,932
Wien 2,075	2,386	— gestampft	1,745
China -	2,385	Schillerspath -	2,691
Berlin -	2,293	Schrifttellur - -	5,800
Sevres -	2,146	Schwefel, Stangen	
- - -	2,925	1,92	1,990
ein - -	2,415	— gedieg. 2,07	2,100
alith - -	3,080	— krystallis.	2,033
t - -	2,190	— Blumen [3]	2,086
- - -	2,652	— Kies - -	4,908
lber - -	13,597	— Wismuth	6,500
efroren [1]	14,391	Schwerspath 4,412	4,679
efroren [2]	15,612	Schwimmstein 0,405	0,797
eroxyd -	11,290	Selen - - - -	4,310
aum -	0,705	— blei - -	7,697
- - -	3,600	Serpentin 2,43	2,669
1,07	1,350	Silber, gegoss. -	10,414
- -	11,000	— gehäm.	10,622
rient. -	3,990	— Glanz 6,9	7,200

ıch Schuls Physik. S. 744.

ıch Schulze in Gehlen N. J. IV. 494. Ohngeachtet der star- nmenziehung des Quecksilbers beim Gefrieren scheint doch tere Bestimmung viel su grofs.

ıch Rocza und Dümas in Ann. of Phil. N. S. III. 397. Im ı Zustande mag dieses Gewicht allerdings das richtige seyn,

Körper.	Sp. Gew.	Körper	Sp. Gew.
Silber, Hornerz -	4,804	Turmalin 3,0	3,1
— rothgiltig 5,42	5,830	Ulme (Stamm) -	0,5
— schwarzgilt. 5,9	6,260	Uran - - - -	9,0
— weifsgilt. -	5,322	— Glimmer 3,12	3,1
Skorodit - - -	3,162	Wachholder - -	0,5
Smaragd 2,678	2,775	Wachs, gelbes -	0,6
Sodalit 2,37	2,490	— weifses -	0,6
Speiskobalt - -	6,460	Wacke 2,622	2,9
Speckstein - -	2,600	Walkererde 1,5	2,2
Spinell 3,48	3,64	Wallnufsbaum -	0,6
Stahl - - - -	7,795	Wallrath - - -	0,4
— Gufsst. -	7,919	Wallrofszahn -	1,8
Staurolith - -	3,720	Wasserglas - -	1,5
Steinkohlen 1,232	1,510	Wawellit - -	2,3
Steinsalz 2,143	2,412	Weiden - - -	0,5
Stilbit 2,192	2,213	Weihrauch - -	1,2
Strahlkies 4,69	4,840	Weinreben - -	1,3
Strafs 3,50	3,600	Weinsäure - -	1,7
Strontian 3,4	3,958	Weinstein-Rahm	1,9
— kohlens. -	3,605	— Säure -	1,5
— schwefels. 3,5	3,900	Wernerit - -	3,1
Strontium 4,0	5,000	Wismuth, gegossen	9,8
Süfserde - - -	2,967	— gehäm. -	9,8
Takamahak - -	1,046	— Oker - -	4,3
Talkerde - -	2,350	— Oxyd -	5,2
Talk, phosphors.	3,130	— Glanz -	6,5
Tanne, weifs -	0,550	Witherit 4,27	4,3
— roth - -	0,498	Wolfram - - -	7,2
Tantalerde - -	6,500	— Säure -	5,3
Tantalit (von Kimito 7,6	7,900	Wollastonit - -	2,8
Tellur 5,72	6,115	Wootz - - -	7,6
— Wismuth	7,820	Würfelerz - -	2,8
Tennantit - -	4,375	Yttererde - -	4,8
Thomsonit - -	2,370	— phosphors.	4,5
Thon 1,80	2,630	— schwefels.	3,5
— Schiefer 2,67	2,880	Zink, gegoss. -	7,1
Titan - - - -	5,300	— gehämmert	7,2
— Eisen 4,62	4,890	— Oxyd -	5,4
— Oxyd -	4,240	— Vitriol -	2,0
Titanit 3,49	3,600	— Spath -	4,4
Topas 3,49	3,560	Zinn, englisch gegossen - -	7,2
Traganth - -	1,316	— — gehämmert - -	7,3
Tripel 1,0	2,200	— Erz 6,51	6,8
Triphan - - -	3,690	— Kies - -	4,5
Türkis 2,86	3,000		

Körper.	Sp. Gew.	Körper.	Sp. Gew.
Oxydul -	6,666	Zirkon 4,0	4,700
Oxyd (Zinn-		— Erde -	4,300
tein) - -	6,900	Zucker, weifs. -	1,606
ber - -	8,090	Zirlit - - -	3,274

pecifisches Gewicht der Mischungen.

ind zwei oder mehrere Körper von ungleichem specifi- Gewichte mit einander durch blofse Zusammenfügung ver- n, z. B. ein hölzerner Stiel in einem eisernen Hammer, so s mittlere spec. Gewicht des Ganzen der Summe des der nen Theile proportional. Diese Aufgabe ist so leicht, dafs ügt, sie nur mit wenigen Worten anzudeuten. Sie kommt ächlich in Betrachtung bei Schiffen, Kähnen, Taucher- n, Rettungsbooten, Schwimmgürteln u. dgl. m., wenn pec. schwerere Körper als das Wasser durch Verbindung ichteren zum Schwimmen bringen oder das relative Ge- bestimmen will, womit solche zusammengesetzte Körper ehen. In diesem Falle mufs man die Summe der Producte, e die Volumina der einzelnen Theile in ihre bekannten Gewichte geben, durch das Product des Volumens in das Gew. derjenigen Flüssigkeit dividiren, welche durch sie r Stelle getrieben wird, um das mittlere spec. Gew. zu er- , und zugleich giebt die Differenz dieser letzteren und ersteren Gröfse das relative Gewicht, womit ein Körper der schwimmen oder untergehen wird. Sind daher die in einem Cubikmafse ausgedrückten Volumina der verbun- Körper = V; V'; V'' .... V^n; ihre specifischen Gewichte π'; π'' .... π^n und ist das spec. Gew. der Flüssigkeit = p, das spec. Gewicht des zusammengesetzten Körpers

$$\pi_{,} = \frac{V\pi + V'\pi' + V''\pi'' + \ldots + V^n\pi^n}{(V + V' + V'' + \ldots V^n)\ p.}$$

as relative Gewicht

$V\pi + V'\pi' + V''\pi'' + \ldots + V^n\pi^n - (V+V'+V''+\ldots V^n)\,p$

der Körper in jeder Stelle der Flüssigkeit schwimmt, wenn 0 wird, untergeht wenn $\pi_{,,}$ positiv, und mit einem Theile lie Flüssigkeit hervorragt, wenn $\pi_{,,}$ negativ wird. Manche

Körper, z. B. die thierischen, bestehen zwar aus mehreren Theilen von ungleichem spec. Gewichte, allein sie sind nicht auf gleiche Weise getrennt vorhanden, um ihre Massen und spec. Gewichte einzeln bestimmen zu können, und eben so ist es im Fall mit Baumstämmen, deren Theile nicht überall von gleichem spec. Gew. sind. In diesem Falle behilft man sich bei der geforderlichen Bestimmungen mit einer Schätzung oder genauen Werthen.

Von noch gröfserem Interesse, als die eben erörterte Aufgabe ist eine andere, nämlich die Mengen der einzelnen Bestandtheile solcher Körper vermittelst des spec. Gewichtes zu finden, welche aus innigst miteinander vereinigten Substanzen bestehen. Diese Betrachtung ist schon in den ältesten Zeiten angestellt und unter dem Namen des *Archimedeischen Problems* bekannt. Bereits im Art. *Arqeometer*[1] ist nachgewiesen, dafs Archimedes die Bestimmung des specifischen Gewichtes gekannt habe, und so ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs ihm diese specielle Aufgabe nicht unbekannt geblieben sey, wenn gleich die von Vitruv[2] erzählte Anekdote und die zugleich beschriebene Methode der Untersuchung unter die Fabeln gehören, die sich an den Sagen über die allgemeine Anwendung dieser hydrostatischen Gesetze erhalten haben mögen. Es heifst nämlich, der König Hiero in Syracus habe eine Krone machen lassen, und ihm 20 ℔ Gold gegeben, woraus ein Künstler sie vortrefflich verfertigte. Bald verbreitete sich aber das Gerücht, es sey nicht alles Gold, sondern statt dessen ein Theil Silber dazu genommen, und Hiero, aus Verdrufs darüber, betrogen zu seyn, habe seine Zuflucht an Archimedes gewandt mit dem Verlangen, die Sache aufzuklären. Dieser dachte lange darüber nach, und als er eines Tages ein Bad stieg, bemerkte er, dafs so viel Wasser aus der Wanne floss, als der eingetauchte Theil seines Körpers betrug, wesswegen er vor Freude über die Entdeckung unangekleidet unter den Ausrufe εὕρηκα (ich habe es gefunden) nach Hause lief. Hierauf nahm er ein Gefäfs mit Wasser, tauchte in dasselbe ein gewogenes Quantum Gold und mafs die Menge des herausgedrängten Wassers

1 Th. I. S. 350.

2 De Archit. L. X. Cap. III. p. 204. ed. Rode. Vergl. Quintii Fannii Palaemonis de ponderibus et mensuris Lib. in A. Cornel. de re med.

es dann wieder, tauchte ein gleiches Gewicht Silber hin-
ıafs das verdrängte Wasser, und fand aus der Vergleichung
beim Eintauchen der Krone in Wasser, dafs sie nicht aus
ı Golde gemacht sey. Es ist aber aus den Werken des
ıMBEDES[1] genugsam ersichtlich, dafs es einer solchen zu-
n Entdeckung bei ihm nicht bedurfte, um das Problem zu
und dann dürfte auch die Art der Probe für die geforderte
ımung nicht genügt haben.

Venn man voraussetzen darf, dafs die beiden innigst verei-
ı Körper, z. B. zusammengeschmolzene Metalle nach der
ıigung ihre Dichtigkeit nicht ändern, und dafs also das neu
ndene Volumen der Summe der beiden vereinten gleich
folgt, dafs die Dichtigkeit der Mischung der Summe der
cte aus den Dichtigkeiten in die Volumina dividirt durch
ızteren gleich seyn mufs[2]. Heifst also das specifische Ge-
der Mischung = s; die Volumina und Dichtigkeiten bei-
ımischter Substanzen V und v; D und d, so ist

$$s = \frac{VD + vd}{V + v} \quad \ldots\ldots (1)$$

us folgt von selbst, dafs man aus dem spec. Gew. der Mi-
g und den Dichtigkeiten der einzelnen Bestandtheile das
nen des einen finden könnte, wenn das des andern bekannt
, oder

$$V = \frac{v(d - s)}{s - D} \quad \text{also } V : v = d - s : s - D$$

bequemer und zur Vermeidung negativer Werthe

$$V : v = s - d : D - s \quad \ldots\ldots (2)$$

rstere Formel giebt das erhaltene specifische Gewicht einer
ıung, z. B. zweier Metalle. Würden also gleiche Theile
ınd Zinn zusammengeschmolzen, jenes vom spec. Gew. =
, dieses = 7,29, so wäre das spec. Gew. dieser Mischung

$$\frac{1 \times 11{,}35 + 1 \times 7{,}29}{1 + 1} = 9{,}32$$

zweite giebt das Verhältnifs der vereinigten Theile. Wäre

---

[1] In den Fragmenten seiner Abhandlung περὶ τῶν ἐχουμένων βιβλ. u de insidentibus humido Libb. II. in Opp. per Dav. Rivaltum. 1615. fol. findet sich nichts von dieser Untersuchung.

[2] Vergl. G. G. SCHMIDT Hand- und Lehrbuch. S. 164. so wie MUSSCHENBROEK u. a. Werke.

also das spec. Gew. eine Mischung aus Blei und Zinn = 8,3 gefunden, so gäbe

$$\frac{8{,}305 - 7{,}29}{11{,}25 - 8{,}305} = \frac{1}{3}$$

das Verhältnifs der Mischung. Hieraus erhält auch das *Archimedeische Problem* seine Auflösung. Wäre das spec. Gew. einer Krone = 18 gefunden, das des Goldes und Silbers = 20 und = 10 gesetzt, so war

$$\frac{18 - 10}{20 - 18} = \frac{8}{2}$$

das Mengenverhältnifs der beiden Metalle. Es kann dieses auch aus dem Gewichtsverluste im Wasser unmittelbar gefunden werden, wie dieses durch Archimedes geschehen seyn soll. Wäre nämlich das Gewicht der Krone = p, enthielt sie von A das Gewicht = x, von C das Gewicht = p − x, hätte sie aus A bestehend = a und aus C bestehend = c im Wasser verloren, wurde dann aber der Gewichtsverlust = b gefunden, so war

$$ax + c(p - x) = bp$$

also $x = \frac{b - c}{a - c} p.$

Es sey also p = 20 ℔. das Gold allein würde 1 ℔, das Silber allein 2 ℔ verloren haben, die Krone verlor aber 1,1 ℔. Also der Antheil an Golde $\frac{1{,}1 - 2}{1 - 2} \times 20 = 18$ ℔. Werden Körper nicht nach dem Volumen, sondern nach der Masse oder dem Gewichte gemischt, so ist m = v d und $v = \frac{m}{d}$. Dieses giebt für die Formel 1:

$$s = \frac{M + m}{\frac{M}{D} + \frac{m}{d}} = \frac{(M + m)\,D\,d}{M\,d + m\,D} \ldots\ldots (3)$$

und für die Formel 2;

$$\frac{M}{D} : \frac{m}{d} = s - d : D - s$$

oder $M : m = D\,(s - d) : d\,(D - s)$ ..... (4)

Die hierbei zum Grunde liegende Voraussetzung, nämlich dafs die Körper nach ihrer Verbindung ihr Volumen behalten, ist keinesweges genau richtig, indem vielmehr die meisten, wo nicht alle, eine Zusammenziehung erleiden, wie

, aufserdem nach dem Quantitativen der einzelnen Bestand-
e verschieden ist. Mit dem Probleme, aus dem spec. Gew.
Mischung und den bekannten spec. Gewichten der einzelnen
ndtheile das quantitative Verhältnifs der letzteren zu finden,
n sich daher seit den ältesten Zeiten viele Gelehrte beschäf-

GLAUBER[1] gofs in einerlei Kugelform 2 Kugeln von Ku-
und 2 von Zinn, schmolz nachher alle 4 zusammen, und
lt nicht völlig 3 Kugeln in der nämlichen Form, ein zu ro-
Versuch, als dafs er wissenschaftlichen Werth haben könnte.
FT, GELLERT und ZEIHER stellten 1736 und 37 eine Reihe
Versuchen an, um die Zusammenziehung gemischter Me-
aufzufinden[2], EISPORN[3] handelt von dem Einflusse die-
Zusammenziehungen auf das Archimedeische Problem, und
X[4] bringt noch mehr Erfahrungen von Mischungen anderer
tanzen bei. Am vollständigsten ist KARSTEN[5] in seiner
ung der bis dahin bekannten Untersuchungen, und er schlägt
eich neue Versuche vor, um den Gehalt der Metalle dieser
eichung ungeachtet durch Abwägung im Wasser zu finden.
r den Mischungen geben Gold und Silber, Silber und Ku-
Silber und Zinn, Zinn und Blei die geringste Abweichung,
wegen man auch bei dem vorzüglich grofsen spec. Gew. des
es die Aechtheit der Goldmünzen durch Wägen im Wasser
t auffinden kann, ein Mittel, dessen man sich in älteren Zei-
vorzugsweise bediente.

In polizeilicher Hinsicht ist es sehr wichtig, den Gehalt der
ernen Geräthe, welcher in den meisten Fällen weit geringer
eyn pflegt, als er gesetzlich seyn soll, genau auszumitteln.
bedeutendsten Untersuchungen hierüber sind angestellt durch

Furni novi philosophici oder Beschreibung einer neuen Destil-
ist. Amst. 1661. 8. Vergl. BECHER Chymische Concordanz Halle.
4. S. 109.

Comm. Petr. XIII. XIV. ZEIHER Programma mixtionum metal-
m examen hydrostaticum. Viteb. 1764.

Untersuchung, wie weit durch Wasserwägen der Metalle Rei-
it könne bestimmt werden. Erlang. 1745. 8.

De efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. L.
51. 4.

De mixtorum examine hydrostatico. in Nov. Comm. Gott. 1775.

H. T. Scheffer[1], Axel Bergenstierna[2] und Wuchnin[3]. Letzterer weiset vorerst durch eine grofse Menge Angaben nach, dafs die Bestimmungen des spec. Gewichtes von Blei sowohl, als auch von Zinn aufserordentlich von einander abweichen, und so lange diese nicht genügend ausgemittelt sind, ist es kaum möglich das Mischungsverhältnifs beider aus dem gefundenen spec. Gew. genau zu bestimmen. Er selbst fand für engl. Blockzinn bei 17° R. aus 6 Versuchen im Mittel 7,279 und für sächsisches Rosenzinn aus 3 Versuchen 7,293; für das sogenannte Hartblei bei 18,°3 R. Temperatur 11,310 und für Blei aus Bleiasche reducirt 11,322. Die Versuche, nach diesen Bestimmungen berechnet, ergaben, dafs die specifischen Gewichte der Mischungen bis auf unbedeutende Abweichungen mit denjenigen Resultaten übereinstimmten, welche durch die Berechnung nach der oben gegebenen Formel (3) erhalten wurden. Hiernach kann also angenommen werden, dafs die Zusammenziehung der Mischung beider Metalle nur unmerklich ist, und also das Quantitative der Bestandtheile nach den hierüber mitgetheilten Regeln gefunden werden kann. Dieses ist im Ganzen auch das Resultat der neuesten Untersuchungen, welche Kupffer über diesen Gegenstand angestellt hat[4]. Sehr weitläuftige Versuche zur Erforschung des spec. Gewichtes der Mischungen aus Blei und Zinn hat Meissner[5] angestellt, solche künstlich bereitete im Wasser gewogen, und die erhaltenen Werthe für die Zusammensetzungen von 1 pC. Zinn bis 100 pC. in einer Tabelle zusammengestellt. Ich habe die dort mitgetheilten Bestimmungen mit denjenigen verglichen, welche durch die Formel erhalten werden, und dabei gefunden, dafs sich aus den Unterschieden kein bestimmtes Gesetz folgern läfst, dafs diese vielmehr als Fehler der Versuche anzusehen sind. Es scheint mir daher überflüssig, diese Tabelle ganz oder zum Theil aufzunehmen, da man das Gesuchte jederzeit leicht nach der Formel finden kann, wobei man nur hauptsächlich auf eine richtige Bestimmung des spec. Ge-

1 Schwed. Abh. 1755. S. 134.

2 Ebend. 1780. S. 144.

3 Ueber die specifisch. Gewichte des Zinnbleies u. s. w. Petersburg 1817.

4 Kastner Arch. VIII. 381.

5 Die Araeometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik. Wien 1816. fol. S. 59.

tes der beiden Bestandtheile ankommt [1]. Meissner bet zugleich übereinstimmend mit dem, was oben gesagt ist, ein Zusatz von einem andern Metalle, z. B. Wismuth, Spiesu. s. w. die Probe sehr unsicher macht. Unter allen den nten Untersuchungen sind die von Berzelius am en bekannt geworden, und man findet sie daher häufig erit. Namentlich hat Guyton [2] sie in der Art reducirt, dafs s spec. Gew. der Mischungen aus Zinn und Blei auf destil-Wasser zurückführt und in einer vollständigen Tabelle zur dung des quantitativen Verhältnisses beider Metalle für lne Procente zusammenstellt.

Auch die Verbindungen von Kupfer und Zinn in verschiequantitativen Verhältnissen kommen häufig vor, jedoch die spec. Gewichte derselben noch nicht so vollständig und mit denjenigen verglichen, welche aus dem Mischungsltnisse der Bestandtheile folgen, als dieses beim Zinnblei ehen ist. Darf man indefs die wenigen hierüber vorhanBestimmungen als genau betrachten, so folgt aus ihnen, eide Metalle dabei eine bedeutende Zusammenziehung er oder wechselseitig zwischen ihre Poren eindringen, weil das spec. Gewicht nicht gröfser seyn könnte als das des rsten. Es wird nämlich das spec. Gewicht des Kupfers 88, des inns = 7,291 angegeben, von 6,25 Th. Kupfer Th. Zinn aber = 8,87; von 3 Th. Kupfer und 1 Th. = 8,879; von 1 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn = 8,468, es nach Rechnung vielmehr einem Verhältnisse beider Me= 1177 : 320 zugehörte [3]; von 1 Th. Kupfer auf 3 Th. = 7,843, wofür die Formel 552 : 955 giebt; endlich von

---

Es wird genügen, die Verfahrungsart nur an einem Beispiele gen. Gesetzt das spec. Gew. des Bleies sey = 11,32 des Zin7,28, des zu prüfenden Geschirres = 10,2 gefunden, so würde schungsverhältnifs beider Metalle nach der Formel No. 2

$$= \frac{10,2 - 7,28}{11,32 - 10,2} = \frac{2,92}{1,12} = \frac{73}{28}$$

und es wären also 73 Th. Blei gegen 28 Th. Zinn in der Mivereint. Nach Kupfer a. a. O. findet indefs allezeit Ausdehtatt, wonach also der Zinngehalt eher zu grofs als zu klein gewürde.

Ann. de Chim. XXI. 23.

Die Angabe des spec. Gew. der Mischung ist nach Chaudet. man statt dieser die von Brisson = 8,79, so kommt diese dem

1 Th. Kupfer und 10 Th. Zinn = 7,472, statt dessen man in Rechnung = 181 : 1316 oder 1,37 : 10 erhält[1].

Nicht minder wichtig ist die Aufgabe, aus dem spec. Gewichte der Flüssigkeiten das quantitative Verhältniss der Bestandtheile zu erforschen. Es versteht sich von selbst, dass selbe allgemein seyn und sich auf alle Mischungen der verschiedenartigsten Flüssigkeiten, welche durch die Verbindung wesentlich chemisch verändert oder zersetzt werden, beziehen müssen. Auf die verschiedenartigsten Salzauflösungen beziehen muss. Diese Ausführlichkeit vollständig behandelt würde aber den Gegenstand ein eigenes Werk erfordern, und es können daher nur die Hauptsachen kurz angegeben werden.

1. Mischungen von *absolutem Alkohol* und *Wasser* sind nicht blofs für den Chemiker und Pharmaceuten, sondern auch für den Techniker und Oekonomen, und hauptsächlich auch in Beziehung auf den Handel von grofser Wichtigkeit. Rücksichtlich des letzteren soll namentlich nicht das in den Mischungen beider Substanzen enthaltene Wasser, sondern nur der reine Spiritus versteuert werden, weswegen ein Mittel zur genauen Bestimmung des Quantitativen beider Bestandtheile in diesen Mischungen von grofser Wichtigkeit ist, wenn der Steuer nicht betrügen noch betrogen werden will. Dieser Umstand veranlafste die weitläuftigen Versuche, welche Blagden und Gilpin in Folge einer Aufforderung der Regierung anstellten, um den Gehalt an reinem Alkohol bei verschiedenen Temperaturen zu finden[2]. Die aufserordentlich umfangende Arbeit dieser Gelehrten beträgt im Ganzen 102 Tabellen, und die dabei zu Grunde liegenden Versuche sind mit vorzüglicher Genauigkeit angestellt, allein da der hierbei gebrauchte Alkohol bei 60° (15,°5 C.) ein spec. Gew. = 0,825 hatte, so war er nicht rein, und die ganze mühvolle Arbeit wird also hierdurch unbrauchbar.

Die gröfste und sicher nicht leicht zu übertreffende Arbeit über diesen nämlichen Gegenstand sowohl rücksichtlich der Reinheit der gebrauchten Substanzen als auch der Feinheit der

---

Eigengewichte des Kupfers bis auf einen verschwindenden Unterschied gleich, und man müfste also annehmen, dafs das Zinn sich genau bis zur Dichtigkeit des Kupfers zusammenzöge.

1 L. Gmelin Handb. d. theor. Chem. I. 1277.

2 Phil. Trans. 1794. I. 275. Vergl. Ramsden in Ann. de Chim. XIII. 243. u. m. a.

', der Genauigkeit der Versuche und Schärfe der Rechnung HALLES [1] gleichfalls auf Veranlassung der Regierung zum e richtiger Versteuerung geliefert. Den hierzu verwandten ol erhielt er durch ROSE, und derselbe kann füglich als ter angesehen werden, da er bei 60° F. ein spec. Gewicht 939 gegen Wasser als Einheit bei der nämlichen Tempe- zeigte, die Wägungen wurden vermittelst der im Art. *Ärä-* [2] beschriebenen Senkwaage angestellt und genau nach den eraturen corrigirt, als Mafs diente ihm aber ein Glas mit iebenem Stöpsel, welches zwar dem Homberg'schen Gläs- nachsteht, aber in so geschickten Händen ohne Widerrede glich genaue Resultate giebt. Letztere sind von ihm in Menge von Tabellen hauptsächlich für die bei den ver- ensten Arten der Messungen in Betracht kommenden Tem- rverschiedenheiten zusammengestellt, indefs wird es hier en, nur die hauptsächlichste aufzunehmen, nämlich diejе- welche den Gehalt an absolutem Alkohol bei der Normal- ratur der Versuche, nämlich 60° F. = 12,°45 R. = 15,°56 stellt; denn da man diese Temperatur zu allen Jahreszei- cht erhalten kann, so läfst sich aus ihr leicht der Gehalt olutem Alkohol in einer gegebenen Mischung finden.

spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.
9976	17	9781	33	9609	49	9354
9961	18	9771	34	9596	50	9335
9947	19	9761	35	9583	51	9315
9933	20	9751	36	9570	52	9295
9919	21	9741	37	9556	53	9275
9906	22	9731	38	9541	54	9254
9893	23	9720	39	9546	55	9234
9881	24	9710	40	9510	56	9213
9869	25	9700	41	9494	57	9192
9857	26	9689	42	9478	58	9170
9845	27	9679	43	9461	59	9148
9834	28	9668	44	9444	60	9126
9823	29	9657	45	9427	61	9104
9812	30	9646	46	9409	62	9082
9802	31	9634	47	9391	63	9059
9791	32	9622	48	9373	64	9036

G. XXXVIII. 350.
Th. I. S. 390.

pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.	pC. Alk.	spec. Gew.
65	9013	74	8791	83	8547	92	[illegible]
66	8989	75	8765	84	8518	93	[illegible]
67	8955	76	8739	85	8488	94	[illegible]
68	8941	77	8712	86	8458	95	[illegible]
69	8917	78	8685	87	8428	96	[illegible]
70	8892	79	8658	88	8397	97	[illegible]
71	8867	80	8631	89	8365	98	[illegible]
72	8842	81	8603	90	8332	99	[illegible]
73	8817	82	8575	91	8299	100	[illegible]

Die Tabelle giebt die Procente des Alkohols in einer gegebenen Mischung an, indeſs versteht es sich von selbst, daſs hierdurch das Maſs auf gleiche Weise erhalten werde. Wäre nämlich das spec. Gew. des Branntweins = 8397 bei der angegebenen Normaltemperatur gefunden, so könnte man hieraus wissen, daſs in 100 Maſsen 88 Maſs absoluter Alkohol enthalten seyen. Ferner begreift die Tabelle nur die ganzen Procente, aus denen die Bruchtheile aber leicht zu finden sind. Zeigt z. B. die Mischung ein spec. Gew. = 9605, das Wasser = [illegible] gesetzt, so enthielte er 33 pC. und einen Bruchtheil [illegible] Letzteren zu bestimmen zieht man die Zahl von der nächst höheren, nämlich 9609 ab und erhält = 4. Der Unterschied dieser Zahl und der nächstfolgenden = 9596 ist 13, also enthält der Branntwein $33\frac{4}{13}$ pC. Alkohol. Erlitten die Bestandtheile bei der Mischung keine Zusammenziehung, so würden nach Abzug dieser $33\frac{4}{13}$ Maſs Alkohol $66\frac{9}{13}$ Maſs Wasser bleiben. Es ist indeſs augenfällig, daſs die Volumina gröſser werden würden, wenn man beide Bestandtheile wieder trennen und einzeln wissen könnte, und es bleiben daher nur die Maſse des Alkohols richtig, weil die Bestimmungen des spec. Gew. durch Wägungen gleich groſser Massen von bestimmtem Alkoholgehalte gefunden sind.

Auch ohne höhere Aufforderung ist diese wichtige Aufgabe von verschiedenen Gelehrten mit vielem Fleiſse untersucht. Lowitz[1] war der erste, welcher zeigte, daſs Blagden und Gilpin bei ihrer weitläuftigen Arbeit sich keines absoluten Alkohols bedient hatten, indem der von ihm dargestellte, nach dem damit angestellten Proben völlig wasserfreie, bei 16° R. a. [illegible]

1 V. Crell's chem. Ann. 1796. I. 195.

Gew. hatte. Den hiernach reinen Alkohol mischte Lo- mit Wasser, und stellte nach den gefundenen spec. Ge- en eine Tabelle für den Alkoholgehalt solcher Mischungen welche gewifs sehr genau ist, allein die mitgetheilte von LES macht es überflüssig, auch diese aufzunehmen, indem uf allen Fall gröfseres Vertrauen verdient. Hiervon liegt rund vorzüglich in dem Umstande, dafs LOWITZ sowohl ich RICHTER,[1] welcher den nämlichen Gegenstand mit r Sorgfalt und Mühe bearbeitete, von dem irrigen Grund- ausgingen, die Zusammenziehung beider Flüssigkeiten bei Vereinigung bilde eine gleichmäfsig fortschreitende Pro- on. Hierdurch aber waren sie nicht nur bei ihren Versu- befangen, sondern änderten die Resultate derselben hier- ab. Blofs der Erfahrung folgte dagegen MEISSNER,[2] stellte Alkohol von gleicher Reinheit her als jene, und bestimmte pec. Gew. der Mischungen desselben in den verschiedenen itativen Verhältnissen. Die hierbei erhaltenen Werthe en sehr genau mit den von TRALLES gefundenen überein, man berücksichtigt, dafs letzterer 60° F. ersterer aber 68° Normaltemperatur annahm. Eine Aufnahme der von NER mitgetheilten Tabelle scheint mir indefs überflüssig, ich sie neuer ist, als die von TRALLES, allein sie hat durch SCHMIDT[3] einen schätzbaren Zusatz erhalten, welcher n seiner Einfachheit in vielen Fällen mit grofsem Nutzen acht werden kann. Es haben nämlich sowohl GILPIN als TRALLES den Einfluss der Temperatur bei der Bestimmung pec. Gew. der Mischungen von Alkohol und Wasser, wel- nothwendig berücksichtigt werden mufs, wenn man aus n auf das quantitative Verhältnifs beider Bestandtheile sen will, in weitläuftigen Tabellen dargestellt. SCHMIDT en stellt den Satz auf, dafs die Gröfse der Ausdehnung je- schung der Summe der Ausdehnungen beider Bestandtheile tional sey, und die Richtigkeit dieser Behauptung findet uffallende Bestätigung in einer Vergleichung der hiernach neten Werthe mit den durch GILPIN aus Erfahrung gefun- , deren Zuverlässigkeit nicht wohl zu bezweifeln ist. Hei-

---

[1] Ueber d. neueren Gegenstände der Chemie St. 8. S. 67.
[2] Araeometrie u. s. w. S. 81.
[3] Hand- und Lehrbuch d. Naturlehre. 8. 166.

lsen demnach die Ausdehnungen der beiden Bestandtheile a m b ihre Massen m und n, und ist ihre Dichtigkeit = d, s die Vermehrung dieser letzteren = $\left(\frac{am+bn}{m+n}\right)$d. Sie fand aber für die Temperaturen zwischen 15° und 3[illegible] Ausdehnung des Wassers für 1° R. = 0,000443 des Wa stes = 0,00148 und berechnete hiernach die in der Tabe aufgenommenen Werthe.

pC. Alk.	spec. Gew.	Aenderung d. spec. Gew. für 1° R.	für 1° C.
100	0,791	0,00117	0,000936
95	0,801	0,00113	0,000908
90	0,818	0,00110	0,000880
85	0,813	0,00108	0,000869
80	0,843	0,00107	0,000856
75	0,856	0,00105	0,000835
70	0,868	0,00102	0,000816
65	0,880	0,00098	0,000788
60	0,892	0,00095	0,000760
55	0,904	0,00091	0,000734
50	0,915	0,00088	0,000704
45	0,926	0,00084	0,000672
40	0,937	0,00080	0,000640
35	0,947	0,00076	0,000608
30	0,955	0,00072	0,000576
25	0,963	0,00067	0,000540
20	0,970	0,00063	0,000504
15	0,977	0,00058	0,000465
10	0,984	0,00053	0,000424
5	0,992	0,00048	0,000389
0	1,000	0,00044	0,000354

Obgleich nach diesen vorausgegangenen vielfachen sehr schätzbaren Arbeiten auf diesem Felde der Fer[illegible] keine Ausbeute mehr zu erwarten schien, so hat dem[illegible] kürzlich Delezenne[1] sehr mühsame und umfangende [illegible] angestellt, um das spec. Gew. der Mischungen von Wa[illegible] Alkohol bei verschiedenen Temperaturen zu finden.

1 Recueil des Trav. de la Soc. des Sc. de l'Agric. e[illegible] de Lille. 1823 und 24. p. 1. Eine ältere, minder richtig[illegible] tung dieses Gegenstandes, nämlich Table exacte de la Pesan[illegible] de Mélanges d'alcool et d'eau cet. par M. de Gouvenain. D[illegible] mag nur historisch erwähnt werden.

nen Resultate erscheinen nach der Prüfung des angewand-
ehr sorgfältigen Verfahrens und nach der Vergleichung mit
n entschiedenen Thatsachen vorzüglich genau, und sind in
linsicht insbesondere schätzbar, weil sie von 0° C. ausge-
und bis 54° C. durch leichte Interpolation anwendbar sind.
ZENNE bediente sich eines absoluten Alkohols, welcher
viermaliges Abziehen über salzsauren Kalk im Marien-
erhalten war, und bei 50° C. gegen Wasser bei derselben
eratur ein spec. Gew. = 0,81190 hatte.

Alk.	Dichtigkeiten bei 0°	bei 18°	bei 36°	bei 54°
0	1,00000	0,99855	0,99351	0,98721
5	0,99130	0,98983	0,98520	0,97736
0	0,98504	0,98261	0,97684	0,96805
5	0,98007	0,97587	0,96853	0,96050
0	0,97596	0,96974	0,96084	0,95054
5	0,97145	0,96312	0,95254	0,94097
0	0,96579	0,95588	0,94395	0,93166
5	0,95886	0,94682	0,93453	0,92133
0	0,95006	0,93781	0,92402	0,91058
5	0,93994	0,92733	0,91303	0,89963
0	0,93047	0,91682	0,90259	0,88801
5	0,92039	0,90605	0,89044	0,87594
0	0,90909	0,89474	0,87962	0,86382
5	0,89791	0,83388	0,86763	0,85194
0	0,88649	0,87180	0,85582	0,84047
5	0,87496	0,85974	0,84386	0,82884
0	0,86325	0,84834	0,83191	0,81693
5	0,85111	0,83561	0,81975	0,80414
0	0,83840	0,82310	0,80722	0,79099
5	0,82522	0,80974	0,79385	0,77790
0	0,81190	0,79539	0,78013	0,76436

Verschiedene Säuren, namentlich die Schwefelsäure, Sal-
ure u. a. lassen durch ihr spec. Gew. auf das Quantitative
lischungsverhältnisses schliefsen, und nicht minder ist
der Fall bei einigen durch Verbindung eines Gases mit
gebildeten Flüssigkeiten, wie die Salzsäure, Hydrothion-
das liquide Ammoniak u. a. sind. Auch die Aetherarten,
roleum und viele andere Flüssigkeiten werden durch Auf-
ihres spec. Gewichtes auf ihre Reinheit geprüft. Die
er, für welche diese Untersuchung von grofser Wichtig-
haben daher genauere Bestimmungen hierüber durch ei-

nen grofsen Aufwand von Zeit und Mühe zu erhalten gewe
Weil aber dieser Gegenstand dem Wesen nach ausschliefslich
das Gebiet der Chemie gehört,[1] so beschränke ich mich hier
auf die Mittheilung der durch Ure[2] aufgestellten Tabelle
Dichtigkeiten, welche die drei gangbarsten Mineralsäure
ihrem verschiedenen Gehalte an wirklicher Säure zeigen,
bei diesen, umgekehrt als beim Alkohol, das spec. Gewicht
nimmt, je mehr sie mit Wasser verdünnt werden.

pC. nach Mafsen	Sp. Gew. Schwefels.	Sp. Gew. Salpets.	Sp. Gew. Salzs.
100	1,8485	1,5000	1,1920
90	1,8815	1,4730	1,1735
80	1,7120	1,4385	1,1550
70	1,5975	1,3945	1,1351
60	1,4860	1,3427	1,1155
50	1,3884	1,2887	1,0960
40	1,2999	1,2277	1,0765
30	1,2184	1,1645	1,0517
20	1,1410	1,0764	1,0380
10	1,0682	1,0485	1,0190

3. Von grofser Wichtigkeit ist die Bestimmung des Gehal
der Salzlösungen im Wasser durch das specifische Gewicht
selben. Eigentlich ist die Aufgabe ganz allgemein, näml
dafs aus dem spec. Gew. aller möglichen Lösungen der v
denartigsten Salze und sonstiger im Wasser lösbaren Sub
der Gehalt derselben aufgefunden werde. Die Aufgabe ist
sächlich in technologischer Hinsicht z. B. für Kochsalz-, Sa
Pottasch-, Salpeter-, Alaun-, Vitriol-, Bleizucker-, Gr
span-Siedereien u. s. w. von grofser Bedeutung, kann
dieser Allgemeinheit nicht in den Bereich dieses Werkes
gen werden, und mufs den speciellen Anweisungen zur Be
dieser Substanzen überlassen bleiben. Die wichtigste
angegebenen Substanzen ist ohne Widerrede die Koch
weswegen auch diese am meisten untersucht ist, wird
eine kurze Uebersicht Platz finden möge.

Die ältesten mir bekannten Tabellen über den Gehal

1 Man findet das dazu Gehörige nebst einer Nachweisung der Quellen ausführlich in den gröfseren Handbüchern der Chemie von Thomson, Berzelius, Gmelin, Meissner, Scholz u. a.

2 S. Schmidt Hand- und Lehrbuch a. a. O.

)len hat LAMBERT[1] als Resultat seiner hydrostatischen Wä-
n in grofser Vollständigkeit aufgestellt. An diese hat man
eistens gehalten, wenn es darauf ankam, den Salzgehalt
en zu bestimmen, bis sie durch eine eben so gründliche
sführliche Bearbeitung dieser Aufgabe von JOH. AND. BI-
[2] übertroffen wurden. Es wird hierin zuerst in Gemäfs-
enauer Wägungen gezeigt, wie aus dem spec. Gew. irgend
Salzsole, welches zwischen dem geringsten des reinen
rs und dem gröfsten einer vollständig gesättigten liegt, der
halt durch Rechnung nach einer allgemeinen Formel ge-
werden könne. In der wirklichen Anwendung mufs man
erücksichtigen, dafs die aus der Erde erhaltenen Solen kei-
gs so, wie die künstlich bereiteten, aus einer Auflösung
inen Kochsalzes in reinem Wasser bestehen, sondern auf
gfaltige Weise verunreinigt seyn können. Dabei versteht
dann von selbst, dafs man zu solchen Versuchen nur die
durch längeres ruhiges Stehen von erdigen und sonstigen
nisch fortgerissenen Theilen befreieten Solen wählen wird,
so hell und rein dieselbe auch seyn mag, so ist sie doch
nz frei von andern aufgelöseten Salzen, als salzsaurem
salz. Magnesia u. s. w. Der eigentliche Gehalt der Solen
daher nur durch eine chemische Analyse gefunden wer-
Weil aber die fremdartigen Bestandtheile allezeit oder min-
s gröfstentheils nur in sehr geringer Menge beigemischt
so giebt doch das spec. Gew. den Salzgehalt der Solen
enau, und völlig genau, wenn das quantitative Verhältnifs
igemischten heterogenen Salze bei der aus der nämlichen
erhaltenen Sole ein für allemal bestimmt ist. BISCHOF
erner Anleitung, auf welche Weise das bei verschiedenen
raturen gefundene spec. Gew. der Solen auf die bestimmte
ltemperatur reducirt, und somit der Gehalt derselben ge-
werden könne, aufserdem aber hat er für diesen Zweck
sführliche Tabellen beigefügt, bei denen die auf ihre Be-
ng verwandte Mühe und Geduld wahrhaft Bewunderung
t. Weil es aber selbst für den praktischen Gebrauch un-
leichter ist, die Normaltemperatur von 15° R. herzustel-

---

[1] Hist. de l'Acad. de Prusse. 1762. T. XVIII. p. 27. Eine klei-
r unvollkommene Tabelle findet sich in Schwed. Abh. V. 197.
G. XXXV. 311. ff. Ll. 397.

len, und dabei die zur Prüfung erforderliche Wägung vorzunehmen, als die bei einer andern Temperatur angestellte nach der Formel zu corrigiren, oder sich in den weitläuftigen Tabellen zu orientiren, so theile ich hier blofs einen Auszug aus den bei 15° R. entworfenen Tabellen für die Löthigkeit oder den wirklichen Salzgehalt der Solen mit[1], welche Bestimmungen zu eine leichte Interpolation für alle möglichen Fälle genügen. Es bezeichnet sp. Gew. das specifische Gewicht der Solen, und die Procente des Salzes, oder die Gewichtstheile des Salzes, welches aus hundert Gewichtstheilen der Sole erhalten wird, unter der Voraussetzung, dafs sie blofs reines Kochsalz und ohne Beimischung sonstiger Salze enthalte.

Sp. Gew.	pC.	Sp. Gew.	pC.	Sp. Gew.	pC.
1,0025	0,355	1,0725	10,016	1,1425	15
1,0050	0,709	1,0750	10,351	1,1450	15
1,0075	1,063	1,0775	10,686	1,1475	15
1,0100	1,416	1,0800	11,021	1,1500	15
1,0125	1,768	1,0825	11,354	1,1525	15
1,0150	2,111	1,0850	11,687	1,1550	15
1,0175	2,470	1,0875	12,019	1,1575	15
1,0200	2,820	1,0900	12,352	1,1600	15
1,0225	3,170	1,0925	12,684	1,1625	15
1,0250	3,518	1,0950	12,973	1,1650	15
1,0275	3,866	1,0975	13,345	1,1675	15
1,0300	4,214	1,1000	13,674	1,1700	15
1,0325	4,560	1,1025	14,004	1,1725	15
1,0350	4,906	1,1050	14,343	1,1750	15
1,0375	5,207	1,1075	14,661	1,1775	15
1,0400	5,596	1,1100	14,988	1,1800	15
1,9425	5,940	1,1125	15,315	1,1825	15
1,0450	6,283	1,1150	15,641	1,1850	15
1,0475	6,626	1,1175	15,968	1,1875	15
1,0500	6,968	1,1200	16,292	1,1900	15
1,0525	7,309	1,1225	16,617	1,1925	15
1,0550	7,607	1,1250	16,941	1,1950	15
1,0575	7,989	1,1275	17,265	1,1975	15
1,0600	8,329	1,1300	17,588	1,2000	15
1,0625	8,667	1,1325	17,911	1,2025	15
1,0650	9,005	1,1350	18,233	1,2050	15
1,0675	9,343	1,1375	18,555	1,2075	15
1,0700	9,680	1,1400	18,875	1,2078	15

1 Dieselben Tabellen nebst gehaltreichen Bemerkungen sind mein, den Salzgehalt der Solen, ihre Gradirung und ihr Verd-

Da diese mitgetheilte Tabelle für den Zweck dieses Wergenügt, so beschränke ich mich auf eine blofse historische abe der sonstigen vorzüglicheren Bemühungen, den Salzgeder Solen aus deren spec. Gew. zu bestimmen. Dahin gehört tsächlich eine Abhandlung von Schlönbach [1], welcher lem Gew. des trockenen Salzes und des zu seiner Auflösung derlichen Wassers nebst der mit der Vereinigung beider verlenen Zusammenziehung des letzteren eine Formel zur Benung des quantitativen Verhältnisses beider vereinter Subten ableitet. Es läfst sich dabei nicht annehmen, dafs das elöste Salz blofs in die Zwischenräume des Wassers dringt, elchem Falle das Volumen des letzteren nicht vermehrt werwürde, noch auch dafs die Wassertheilchen um so viel von der getrennt werden, als das Volumen des aufgelösten Salbeträgt, weil sonst das spec. Gewicht der Mischung genau arithmetischen Mittel beider vereinter Substanzen gleich müfste, vielmehr zieht sich das Wasser durch die Verbin- mit dem Salze um einen der Quantität des letzteren proonalen Theil zusammen, wie schon oben erwähnt ist [2]. Dafs den Beobachtungen von Thillaye [3] die Mischungen aus hol und Wasser eine Zusammenziehung erleiden, so lange lenge des ersteren gröfser ist, als die des letzteren, weiter diesen Punct hinaus aber sogar eine Vermehrung, beweiicht sowohl, dafs die letztere eine absolute sey, als viel- eine relative in Beziehung auf die ungleich stärkere Voluverminderung bei der Vereinigung von wenigem Wasser ielem Alkohol, ist aber rücksichtlich der dennoch frei werden Wärme von grofser Wichtigkeit.

Auf welche Weise das specifische Gewicht bei gemischten anzen zu erhalten sey, dieses näher anzugeben, ist nicht erlich, indem es sich von selbst versteht, dafs dasselbe ganz ie oben ausführlich beschriebene Art mit gröfserer oder gerer Genauigkeit gefunden werden könne. In der Regel aber ien diejenigen, welche zum Behufe der Steuererhebung oder

---

nd, von demselben Verf. finden sich in Archiv für Bergbau und uwesen. Von C. J. B. Karsten. XI. 211.

In G. XI. 175.

S. *Flüssigkeit* S. 480.

Journ. des Mines XXIX. daraus in G. XLVI. 194.

bei technischen und Fabrikanstalten das spec. Gew. der gemischten Flüssigkeiten zu bestimmen wünschen, die zur völligen Genauigkeit unentbehrlichen weitläuftigen Rechnungen, und sie auch oft durch äufsere Verhältnisse genöthigt, die Bestimmung der spec. Gew. in kurzer Zeit mit dem für ihren Zweck hinreichenden Grade der Schärfe zu suchen. Hierfür sind die Aräometer mit festen Scalen [1] am geeignetsten, und namentlich Tralles Tabellen berechnet, nach denen die Scalen dieser Instrumente so verfertigt werden können, dafs sie die Procente des Alkohols im Branntwein, durch die Tiefe, bis zu welcher sie einsinken, unmittelbar angeben [2]. Für *Salzspindeln* hat Lenz gezeigt, dafs sie zur Bestimmung des Solengehalts am besten den Bierwaagen ähnlich verfertigt, und durch kleine, auf ihren Stiel gesteckte und bis an einen kleinen Absatz herabsinkende Gewichttheilchen zum Einsinken in die Flüssigkeit bis an einen gewissen Punct gebracht werden. Die aufgelegten Gewichtchen bezeichnen das spec. Gew. und geben aus diesem den Salzgehalt unmittelbar. Für die gemeinen technischen und chemischen Zwecke, wofür das spec. Gew. der Flüssigkeiten durch wissenschaftlich ganz ungebildete Arbeiter bestimmt werden mufs, ist es in vielen Fällen zum Behufe der blofsen Praxis am vortheilhaftesten, solche Aräometer blofs für den normalen Stand, welchen sie in den individuellen Flüssigkeiten annehmen müssen, genau einzurichten, für die Temperatur dieselben zu wählen, welche in tiefen Kellern das ganze Jahr ziemlich gleichmäfsig ist, oder eine im Winter und im Sommer ziemlich gleichmäfsige Stubenwärme, und auf diese Weise das Verfahren rein empirisch einzurichten. Hierfür kann man sich füglich eines Normalgefäfses bedienen, welches mit der gegebenen Flüssigkeit gefüllt ein zum Voraus ein für allemal bestimmtes Gewicht haben mufs. Solche, für die blofse Praxis berechnete Vorschläge können namentlich bei Salz-, Alaun-, Vitriolsiedereien u. s. w. desgleichen bei Branntweinbrennereien in Anwendung kommen.

Unter die gemischten Flüssigkeiten, deren spec. Gew. selbst durch die Polizeibehörden controlirt wird, gehört auch

---

1 S. Th. I. S. 351.

2 Sie ist oben Th. I. S. 374 mitgetheilt.

3 Karsten Archiv. XIII. 297.

ıch das Bier, der Most und der Wein. Genau genommen unthunlich, die Güte dieser Flüssigkeiten durch das spec. zu bestimmen, weil sie ihre Güte mehreren Substanzen ıken, welche in dieser Hinsicht entgegengesetzt wirken. rd namentlich das Bier leichter durch seinen Antheil an ıs, aber schwerer durch den enthaltenen Schleimzucker, die nsäure u. s. w., abgesehen davon, dafs allgemein genom- las Mischungsverhältnifs solcher Flüssigkeiten, welche aus nd mehr Bestandtheilen zusammengesetzt sind, durch das ıeter nicht bestimmt werden kann. Aräometrische Proben laher für diese Fälle nur in so weit zulässig, als durch Er- ıg bestimmte Apparate bei nicht wesentlich abgeänderten ungsarten der nämlichen Flüssigkeiten einen gewissen un- lerten Zustand anzeigen, wie z. B. bei den bekannten Dan- Bierwagen u. s. w.

Specifisches Gewicht des Menschen.

Iusschenbroek [1] giebt an, der menschliche Körper sey sch schwerer als das Wasser. Versuche, worauf sich die- hauptung gründe, werden nicht angegeben, auch sieht leutlich, dafs der Satz blofs auf der allgemeinen Erfahrung et, wonach die Menschen im Wasser untergehen und er- n, wenn sie sich nicht durch das künstliche mechanische mmen an die Oberfläche desselben erheben. Auf gleiche aus ganz bekannten Erfahrungen entnommen ist dann der weitere Zusatz, dafs später der Leichnam, wenn er in ifs übergehe, und die Theile desselben durch entwickeltes ıufgetrieben würden, specifisch leichter als das Wasser . Mit dieser so natürlichen Annahme hat man sich seit je- eit im Allgemeinen begnügt [2], wenigstens sind mir keine endungen dagegen bekannt, bis John Robertson [3] das nen des Menschen gegen das des Wassers bei gleichem chte zu bestimmen suchte. Er liefs sich zu diesem Ende ;rofse Cisterne machen, bestimmte den Inhalt des darin ent-

---

Introd. II. 521. §. 1379.

Haller Elem. Phys. I. 8. Barsson in Dict. rais. de Phys. art.

Phil. Trans. L. 80. Bibl. Brit. II. 285.

chen des menschlichen Körpers bedeutend, das Muskelfle
ist wenig spec. schwerer als Wasser, das Fett dagegen ist lei
ter. Aus dem sehr ungleichen quantitativen Verhältnisse die
Theile gegen einander im menschlichen Körper folgt indefs
nur sehr corpulente Personen mit einem absoluten relativen
wichte schwimmen, alle übrigen aber untersinken müfsten.
menschlichen Körper befinden sich aber noch aufserdem
Menge gröfstentheils mit Luft angefüllter Höhlungen, nam
lich in der Brust, und diese sind mehr oder weniger ausge
wodurch also das spec. Gew. desselben bedeutend ver
wird. Setzt man den Cubik-Inhalt des Menschen im Mit
2 Par. Cub. F., welches bei gleichem spec. Gewichte mit
Wasser einem absoluten Gewichte von 140 ℔ zugehört, u
Cub. F. Wasser zu 70 ℔ angenommen, nimmt man ferner
Davy [1] an; dafs nach stärkstem Ausathmen noch 35 C
Luft in der Lunge enthalten sind, nach mittlerem Einath
aber 118 und nach stärkstem 240, so geht hieraus eine Ver
rung des Volumens von $\frac{3456}{118-35} = \frac{1}{41,6}$ und $\frac{3456}{240-35} =$
$\frac{1}{16,8}$ hervor. Weil aber beim Eintauchen des Menschen in
Wasser theils durch den Druck des Wassers namentlich a
die Brust, theils durch die plötzliche Empfindung der Kälte
ein starkes Ausathmen erfolgt, das Einathmen unter dem W
ser aber unmöglich wird, so geht hieraus hervor, dafs der
ohne Uebung im Schwimmen der Regel nach untersinken
wenn man ihn auch im Mittel als gleich spec. schwer mit
Wasser annehmen wollte, dafs ihn dagegen ein gewöhnl
Einathmen, noch mehr aber ein starkes mit einigem Ueb
wichte über dem Wasser erhalten würde. Letzteres ist a
dem um so leichter möglich, je gröfser die Summe der L
des Körpers ist, welche in das Wasser eingetaucht werden
ne die Respiration zu unterbrechen, also beim Liegen auf
Rücken, worauf dann dieses bedeutende Erleichterungsmi
übter Schwimmer beruhet. Dafs endlich das spec. Gew
Menschen im Seewasser im Verhältnifs von 1 : 1,0286 gr
werde, er folglich hierin um so viel leichter schwimme
steht sich von selbst. *M.*

---

1 S. Th. I. S. 420 dieses Wörterb.

Gewitter.

gewitter, Donnerwetter, *Tempestas fulans;* Orage accompagné d'éclairs et de tonnèrre; *pest.*

Man versteht darunter jenes ergreifende, nicht selten schreckLuftereignifs der Entladung der Wolken unter Blitz und ner in Regen, Hagel und Schnee, und diese Wolken selbst it man Gewitterwolken. Sehr vieles auf das Gewitter sich ehende wird unter den Artikeln: *Blitz, Blitzableiter, Don*u. s. w. *Hagel, Luftelektricität, Wetterleuchten* vorgetra-

Hier soll die Erscheinung in ihrer Totalität aufgefafst wer- und um die Uebersicht zu erleichtern, und das Zusamgehörige an seinen passenden Ort zu bringen, will ich denn unter 7 Hauptrubriken abhandeln.

Gewitter im Allgemeinen, Entstehung und Verlauf derselben.

Allen Gewittern geht die Bildung von Wolken voran, ent- er in der Atmosphäre des Orts selbst, an welchem sie zum ruch kommen, oder in der eines entferntern Ortes, von hem sie herbeigeführt werden. Anfangs sehr klein vergrö- sie sich oft sehr schnell, indem sie scheinbar aus sich selbst h fortschreitenden Niederschlag der Dünste um diesen erKeim her wachsen, und auf diese Weise, wenn sie noch rnt zu seyn scheinen, oft schnell das Zenith erreichen. Oft n sich gleichzeitig an mehreren, selbst bis 5 Orten über Horizonte solche Wolken, die sich bald vereinigen, bald ln wirken. Sie charakterisiren sich theils dadurch, dafs ihgur von der in die Länge gedehnten schnell in die abgete übergeht, und folglich die Strichwolken sich zu Hauptn nach Howard (*Cumulus*) und gethürmten Haufwolken dern, und dafs sie starke Contraste von Beleuchtung bil-

An einigen Stellen nämlich ist ihre Farbe dunkelgrau, sie daselbst undurchsichtig, und gleich daneben zeigen sie wohl ende Theile, die ins Gelbe spielen oder helle Lichtreflexe sachen. Von den eigentlichen *Hagelwolken* unterscheiden die gewöhnlichen Gewitterwolken, dafs erstere mehr weifs-

lich, auch mehr in die Länge ausgedehnt, mit dieser weichen, mehr wie ein Nebelgebilde erscheinen. Sie gehören im Ganzen den niedrigeren Gegenden der Atmosphäre an. Lambert berechnete in einem Falle die Höhe derselben auf 3 Schuhe senkrechter Höhe, in einem andern Falle zu 500 F. Shuckburgh fand durch Messung die gewöhnliche Höhe der Wolken bei Genf zu 5400 Fuſs über der Meeresfläche. In meisten Fällen ziehen sie, wenn sie erst ausgebildet sind, in niedriger[3], senken sich besonders tiefer wenn sie einziehen und erheben sich dann wieder. Doch scheinen sich auch in bedeutend höheren Gegenden Gewitterwolken bilden zu können, wenigstens bemerkte Saussüre[3] auf der Spitze des Mont-Blanc deutliche Spuren vom Einschlagen des Blitzes daselbst an einer geschmolzenen Stelle des Granits. Nach Alex. v. Humboldt Erfahrungen[4] sind zwischen den Wendekreisen Blitze am Himmel in einer Höhe von 2000—2200 Toisen sehr selten. Während der Bildung der Gewitterwolken zeigen sich nicht selten schon einige schwache Blitze, doch hebt das Gewitter selten eine solche Vorläufer gleich mit einem heftigen Blitze von einem furchtbaren Donner begleitet an. Das Blitzen und Donnern tritt gewöhnlich einige Zeit ohne Regen, welcher aber meistens gewöhnlich nach der Stärke des Gewitters mehr oder weniger reichlich eintritt und mit jeder el. Entladung zunimmt. Hierauf und nach verzieht sich das Gewitter, d. h. es nimmt eine streifenförmige Gestalt und die gemeine graue Farbe mit geringen Unterschiede der einzelnen Theile an, das Blitzen, Donnern und der Regen nehmen ab, und hören dann ganz auf, und der vorige Himmel kommt wieder zum Vorschein. Nicht selten breitet aber auch das Gewitter weiter, und indem neue Gewitterwolken sich mit ihm vereinigen, verbreitet es Schrecken über weite Strecken. Während des Gewitters ist die Ruhe der Atmosphäre häufig gestört. Von den Gewitterwolken weht der Wind nach allen Seiten, Wirbelwinde entstehen nicht selten, welche Staub und leichte Theilchen in die Höhe heben

1 Vergl. Reimarus neue Bemerkungen vom Blitze. Ham. 1794. S. 4.

2 S. auch die dritte Rubrik.

3 Bericht von einer Reise nach dem Montblanc 1787.

4 Schw. N. R. XV. 42.

führt werden, bisweilen von weit ausgedehnten Fichten-
rn der Blüthenstaub, welcher dann als sogenannter Schwe-
en selbst in einer Entfernung von 1½ Stunden von solchen
ern niederfällt[1]. In ihrem Fortschreiten nehmen die Ge-
nicht die Richtung des vorher herrschenden Windes,
ehr gehen sie oft gegen den Wind, und dieser schlägt erst
ım, wenn die Gewitterwolke im Entladen begriffen rasch
t. Der Wind bezeichnet durch dieses Umschlagen gleich-
ie Stelle, wo sich die Gewitterwolken gebildet haben, und
Wind reinigt, wenn nicht etwa, wie bei heftigen Ge-
n auf mehrere Tage regnerische, kühle, und trübe Witte-
urückbleibt, vollends den Himmel, und die ganze Natur
ın nach einem solchen Gewitter in dem Grade erquickt, in
em dieselbe durch die dem Gewitter vorhergegangene
le Atmosphäre gleichsam abgespannt war.

in grofser Grad von Ruhe in der Atmosphäre scheint unter
höheren Grad von Wärme zur Entstehung von Gewittern
zu seyn. Daher sehen wir an starkwindigen, übrigens
ieifsen, Tagen keine Gewitter entstehen, selbst dann nicht,
gewitterartige Stürme über uns wegrauschen. In der Regel
en Gewittern eine schwüle drückende Hitze bei wolken-
Himmel voran; wenn mehrere heitere Tage bei grofser
und ohne merklichen Wind auf diese Art auf einander fol-
o verliert die Luft allmälig ihre Klarheit, sie bekommt
ıft ein Ansehen, wie von einem dünnen Höhenrauch, bis-
fangen nach einer solchen Folge von mehreren schwülen
ertagen sich Gewitterwolken zu bilden an, die sich aber,
ıum Ausbruch zu kommen, wieder zerstreuen; dasselbe
ich ein paar Tage verstärkt wiederholen, bis endlich ein
heftigeres Gewitter zum Ausbruch kommt. Gewitter ohn-
nd bringen gewöhnlich nur Blitz und Donner ohne merk-
Regen, während die mit starkem Winde verbundenen stets
n Regen und oft Hagel mit sich führen.

Vertheiluug der Gewitter nach Tages- und Jahreszeiten. Winter-Gewitter.

unserer gemäfsigten Zone gehören die Gewitter in der
lem Sommer an, dessen steigende Wärme sie häufiger und

[1] Schübler in Schw. J. XI. 26. Vergl. *Regen*.

häufiger entwickelt. Nach des eifrigen Meteorologen Gaur Auszügen aus 120jährigen meteorologischen Beobachtungen [illegible] der Gegend von Berlin, war die Zahl der Gewitter in den einander folgenden Monaten folgende: Januar 14, Febru[illegible] März 26, April 132, Mai 293, Junius 453, Julius 496, [illegible] 423, September 160, October 22, November 12, De[illegible] ber 13.

Schön hat folgende Tabelle über die Zahl und Verth[illegible] der Gewitter nach Monaten, welche man in 5 auf einand[illegible]genden Jahren unter verschiedenen Breiten von derjenige[illegible] Rom = 41° 53′ 54″ bis zu derjenigen von Petersb[illegible] = 59° 56′ 23″ beobachtete, mitgetheilt[2]:

---

1 Schw. I. 123.

2 Die Witterungskunde. Würzburg. 1808.

Jahren v. 1783 — 1786 beobachtet wurden.

im Jahre	zu Rom						Marseille						Padua						La Rochelle					
	Gewitter im																							
	Mai	Jun.	Jul.	Aug	Spt.	Oct.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Oct.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Oct.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Oct.
1783	8	7	9	9	9	9	0	0	3	4	1	1	10	8	8	9	12	3	3	5	3	2	2	0
1784	2	3	2	0	0	8	0	1	0	2	2	1	7	15	11	12	7	6	3	2	3	0	2	4
1785	0	0	1	0	0	5	0	1	2	0	3	1	5	6	8	14	5	1	0	2	4	5	4	6
1786	3	8	3	8	3	2	3	7	0	2	0	1	5	16	9	18	3	3	0	7	2	1	0	1

im Jahre	zu Genf					Ofen					Tegernsee					Regensburg					Manheim				
	Gewitter im																								
	Mai	Jun.	Jul	Aug	Spt	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Mai	Jun	Jul.	Aug	Spt	Mai	Jun.	Jul.	Aug	Spt.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.
1783	2	5	6	2	2	15	11	11	11	5	1	4	10	6	1	5	3	3	5	0	3	2	5	5	2
1784	6	5	3	8	3	6	5	3	8	2	6	3	8	7	3	1	0	2	5	2	4	6	2	2	0
1785	2	4	5	2	3	4	6	6	1	1	3	2	5	5	4	2	1	5	4	1	1	2	3	7	0
1786	2	5	7	3	0	2	11	7	6	1	0	6	5	7	0	1	9	4	4	0	2	5	1	4	0

Anzahl der Gewitter, die an verschiedenen Orten [illegible] Jahren v. 1783 — 1786 beobachtet wurden.

im Jahre	zu Würzburg					Prag					Sagan					Kopenhagen				
	Gewitter im																			
	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Mai	Jun	Jul.	Aug.	Spt.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.
1783	7	5	6	5	0	9	5	7	12	2	9	11	8	10	1	1	2	0	0	0
1784	3	5	2	2	1	3	3	5	12	1	5	6	4	11	2	0	0	0	0	0
1785	0	1	4	2	0	0	2	1	4	0	1	2	8	6	8	0	0	0	0	0
1786	2	5	2	0	0	3	5	1	2	0	3	6	5	3	3	0	1	1	0	0

im Jahre	Stockholm					zu Moscau *)						Spydberga			Petersburg				
	Gewitter im																		
	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.	Jun.	Jul.	Aug.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Spt.
1783	1	3	4	7	0	3	4	7	6	3	0	5	1	2	1	4	1	0	0
1784	1	1	2	2	1	0	1	6	2	0	0	2	3	0	0	6	2	3	0
1785	1	3	3	2	0	0	4	8	5	2	0	3	2	3	0	2	0	1	1
1786	0	1	1	7	0	0	2	8	13	5	2	3	2	2	0	4	5	4	0

*) Die Jahre sind alten Styls.

Es bestätigt sich auch durch diese Tabelle, dafs in der Re-
der Julius der an Gewittern reichste Monat des Jahres ist,
dafs in der Frequenz der Gewitter die Monate folgende Ord-
g beobachten: Julius, August, Junius, Mai, September, April.
ergiebt sich ferner, dafs die Gewitter um so häufiger sind, je
licher die Breite oder vielmehr, je gröfser die mittlere Tem-
itur eines Orts ist. Indefs begreift man leicht, dafs aufser
em Factor auch noch andere, häufig örtliche Umstände, ins-
ndere die Lage in der Nähe von Gebirgen u. s. w. einen be-
tenden Einfluſs auf die Menge der Gewitter äufsern. So
hnet sich unter allen in der mitgetheilten Tafel aufgeführten
n, das in einer angenehmen und fruchtbaren Ebene unweit
Brenta liegende Padua durch seine zahlreichen Gewitter aus,
n Zahl in jenen 5 Jahren 201 in dem viel südlicher gelege-
Rom dagegen nur 100 betrug. Noch viel auffallender ist die
erordentlich geringe Zahl von Gewittern = 5 in Kopenha-
verglichen mit der in dem viel nördlicher gelegenen Stock-
n = 40. Kopenhagen liegt aber auch nach allen Seiten ent-
t von Gebirgen, deren von der Sonne in den heifsen Mit-
stunden auf einen hohen Grad erhitzte Thäler die vorzüg-
ite Werkstätte der Gewitter sind. Eine ähnliche Lage von
seille scheint auch hier einen wesentlichen Antheil an der
llend geringeren Frequenz der Gewitter zu haben, als sonst
seiner südlichen Lage zu erwarten wäre. In der ganzen
ifsigten Zone sind der Julius und August als die beiden hei-
en Monate auch die Gewitterreichsten. Das eigentliche
Gewitter entsteht nach Schön[1] auch nur bei höherer Tem-
nur. Die mittlere Temperatur, bei welcher dasselbe sich
t, giebt er zu 20° R., und in den ganz heifsen Sommern
5 bis 28° R. an. Doch entstehen im April, Mai, im An-
des Junius Gewitter auch schon bei 17 bis 18° und im
ember bei 15 bis 17°. Im Winter sind daher die Gewitter
eine Seltenheit, und sie weichen auch von den Sommerge-
rn darin ab, dafs sie mehr sturmartig und schneller vor-
gehend sind. Auch schlagen sie gewöhnlich in Gebäude
was theils davon herrührt, dafs sie niedriger ziehen, theils
n, dafs im Winter die entlaubten saftlosen Bäume die Elek-
ät weniger anziehen, auch dieselbe nicht unmerklich durch

[1] Schw. IV. 398.

den Regen abgeleitet werden kann. Es ist bemerkenswerth, dafs die *Wintergewitter* in den mehr nördlichen Gegenden verhältnifsmäfsig häufiger vorzukommen scheinen. Man hat über die Wintergewitter an der Westküste von Norwegen, besonders dem Stifte Bergen, interessante Nachrichten von zwei norwegischen Beobachtern, dem Rector Arentz in Bergen, und dem Pfarrer Herzberg einer Aufforderung v. Hauch's zu verdanken [1]. Diese Gewitter entstehen eben sowohl nach einem starken Froste, der einige Wochen gedauert hat, als nach heftigem Thauwetter, milder Luft, starkem Regen und Südwind, in beiden Fällen aber kommen sie constant mit West- und Nordweststürmen. Sie sind stark auf den Inseln, die dem freien Meere am nächsten liegen, und schwächer im Innern der Fiorden. Leopold Buch, der auf seiner Reise in Norwegen gleiche Nachrichten einzog, findet die Ursache dieser Wintergewitter an der Westküste von Norwegen [2] in dem Wasserdampfe, welcher seine hohe Temperatur, womit er von temperirten Klimaten her das Land erreicht, über dem kalten Festlande verliert, sich schnell zu Wolken verdichtet, eben so schnell sich seiner Elektricität entladet, während im Sommer diese Temperaturdifferenz nicht vorhanden ist. Jedoch steht die an demselben Orte durch v. Buch aufgestellte Behauptung, dafs es an derselben Westküste von Norwegen gar keine Gewitter im Sommer gebe, mit an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen im Widerspruche, da der Pfarrer Arentz, der von 6 Jahren Beobachtungen über Gewitter in Bergen und Drontheim mitgetheilt hat, von ersterem 8 Gewitter im Julius und 3 im August, und von letzterem 9 im Julius und 4 im August aufführt. Diese Sommergewitter unterscheiden sich aber dadurch von den Wintergewittern, dafs die Gewitterwolken nicht von Westen, sondern meistens von S, SO. und NO. kommen. Immer bleibt aber die grofse Anzahl jener Wintergewitter in den angeführten Gegenden merkwürdig, die in den Monaten October bis December in jener Zeit von 6 Jahren auf 11 betrug. Auch in Island ereignen sich Donner und Blitz am öftersten im Winter, bei mittelmäfsiger Kälte, trüber Luft und Schnee. Auf den Färöer Inseln finden Gewitter nur im Winter statt, und zwar bei starkem Sturme. Arentz, der diese Inseln

1 G. XXIX.

2 G. XXV. 308.

ıngen aus Reisebeschreibungen mittheilt, bemerkt dabei, sich dieses nach der Lage dieser Inseln vermuthen liefs, da ere sowohl als Island vom Meere umgeben sind, und in ei- ıohen Breite liegen, folglich im Sommer eine gleiche und ndige Temperatur haben müssen, da alsdann selbst die nörd- n Winde temperirt seyen, während im Herbste und Win- ie von den nördlichen Klimaten herwehenden kalten Winde liche und auffallende Veränderungen in der Temperatur der ısphäre, schnelle Verdichtung der Dünste und Entbindung Elektricität herbeiführen müssen. In den allernördlichsten en, namentlich in Grönland, sind Gewitter überhaupt eine ıe Erscheinung.

Die Tageszeit betreffend, so sind die Gewitter am häufig- des Nachmittags, seltener des Nachts, am seltensten des ittags. Auch hier zeigt sich wieder, wenigstens zum Theil, eziehung auf die Wärme. Es ist eine Behauptung von ern und Landleuten, die auf dergleichen Wetter-Erschei- n mehr aufmerksam sind, dafs der Vollmond ein Gewitter zum Ausbruch kommen lasse, und wenn ein solches auch am Himmel stehe, der Vollmond, so wie er vom Horizonte Höhe steigt, es auflöse und zerstreue. Gronau will diese im Allgemeinen bestätigt gefunden haben, doch bemerkt fs trotz des hellen Vollmonds am 31sten August 1806 zwei Gewitter auf einander folgten. Ich habe gleichfalls öfters kt, dafs nach aufgegangenem Vollmonde ein beinahe schon usgebildetes Gewitter sich wieder zerstreute.

Richtung und Zug der Gewitterwolken.

ur Erforschung und Aufklärung dieses für Meteorologie so gen Gegenstandes hat die naturforschende Gesellschaft zu im Jahre 1820 die Meteorologen Deutschlands durch eine iche Ansprache aufgefordert, und ein zweckmäfsiges Sche- Beobachtungen in dieser Hinsicht bekennt gemacht[1], und d dadurch interessante Mittheilungen von verschiedenen veranlafst worden. Die Hauptidee war irgend eine ge- fsige Beziehung des Zugs der Gewitter auf gewisse Ver- se unsers Erdkörpers auszumitteln. Als Resultat stellt

---

Vergl. Schw. J. XXVII. 4 Heft und N. R. I. 119.

Keferstein[1] aus den vielen an die naturforschende Gesellschaft eingesandten Mittheilungen auf, dafs nur sehr wenige Gewitter in Deutschland eine Richtung in der nordöstlichen Linie haben, sondern in der südwestlichen ziehen, selbst da, wo die Beobachtungspuncte in Thalgegenden lagen, die mit ihren Höhenzügen weithin eine Richtung von Süden nach Norden hatten. Keferstein bringt diesen im Ganzen constanten, und von der besondern Oberfläche, auf welcher sich die Gewitter bilden, unabhängigen Zug der Gewitter mit der Richtung der Gebirge und Gebirgsmassen in Beziehung, die im Allgemeinen und Ganzen betrachtet, eine südwestliche Richtung haben. In Rücksicht dieses Zug von W. und besonders von SW. nach NO. stimmen auch die Beobachtungen Schoen's über den Gewitterzug im Würzburgischen und Schüblers über diejenigen in Würtemberg überein, der aus mehreren Jahren von sehr verschiedenen Puncten dieses Landes Gewitterbeobachtungen gesammelt hat. Letzterer bringt den Zug der Gewitter gleichfalls in Beziehung mit der Richtung der bedeutenden Gebirgskette, welche unter dem Namen der schwäbischen Alp sich durch dieses Land von SW. nach NO. zieht; die am Fufse dieses Gebirges, vorzüglich am nordwestlichen Abhange unmittelbar, liegenden werden am meisten von Gewittern heimgesucht, während die den nördlichen tieferen Gegenden Würtembergs, so wie die ebenen Gegenden des südöstlichen Schwabens gelegenen davon mehr verschont bleiben. Schweigger fafste mit Beziehung dieser Richtung des Zuges der Gewitter auf die magnetischen Verhältnisse der Erde auf, und glaubt in dem vorherrschenden Zuge der Gewitter von SW. nach NO. also in einer Linie, die bei uns wenigstens den magnetischen Meridian fast rechtwinkelig durchschneidet, eine solche Abhängigkeit angedeutet. Er bemerkt dabei, es würde interessant seyn, den Zug der Gewitter in Gegenden, wo die magnetische Linie eine etwas andere Richtung hat, z. B. in Sibirien, kennen zu lernen. Ich finde in Reimarus neueren Bemerkungen vom Blitze eine hierher gehörige Thatsache. Er führt nämlich[2] von den häufigen Gewittern, die man während des Höhenrauchs im Jahre 1783 im südlichen Theile Rufslands am Altai beobachtete, an, dafs sie aus

1 Schw. VII. 4—7.

2 a. a. O. S. 5.

er die Schneegebirge kamen. Auch in Holstein und insbe-
ıdere in einem Umfange von mehreren Meilen um Kiel neh-
n die Gewitter gewöhnlich ihren Zug von SW. nach NO.,
bei die Ostsee, die sich in letzterer Richtung ausdehnt, je-
:h nicht ohne Einfluſs zu seyn scheint. Nach Gronau ist
ichfalls bei Berlin der Zug der Gewitter am gewöhnlichsten
SW., am seltensten aus N. und NO. Daſs jedoch in Ge-
ıden, wo die Gewitter der Regel nach ihren Zug von W.
h O. nehmen, die Ausnahmen nicht ganz selten sind, bewei-
unter andern die von Schübler mitgetheilten Nachrichten.
kamen unter den 43 Gewittern, die im Jahre 1824 zu Gien-
ı beobachtet wurden, doch 5 von Osten und zogen nach We-
ı, und in Zeil kamen von 55 im Jahre 1821 beobachteten Ge-
tern gegen 28 von W. 16 dagegen von O[1]. Auch wurde
on oben bemerkt, daſs im Stifte Bergen die Sommergewitter
hr von O. nach W., die Wintergewitter dagegen in der ent-
ıengesetzten Richtung ziehen. Gewitter, welche von der ge-
hnlichen Regel ihres Zuges abweichen, zeichnen sich ge-
hnlich durch Heftigkeit aus, und namentlich bemerkt Schüb-
ı von denen in Würtemberg von Osten herkommenden Ge-
tern, daſs sie gewöhnlich durch Hagel gefährlich seyen[2].
weilen kehren die Gewitter auch wohl wieder zurück, wo-
ch dann ihr Zug der entgegengesetzte von demjenigen nach
gewöhnlichen Regel wird. Gronau bezweifelt zwar dieses
ückkehren der Gewitter wenigstens in den Ebenen[3]. Es
stehen oft, meint er, zwischen hinweggezogenen Gewittern
l dem Zenith neue Gewitterwolken, wo sich dann die Wol-
ı nach allen Seiten ausbilden, sowohl nach der Seite, wo das
witter hergekommen, als wo es hingezogen ist, was dann al-
lings den Schein verursacht, als ob das Gewitter zurückge-
ırt wäre. In gebirgigten Gegenden läſst sich selbst auf eine
chanische Weise eine Reflexion der Gewitterwolken denken.
der That giebt es auch sogenannte *Wetterscheiden*, die auf
ı Zug der Gewitter einen wesentlichen Einfluſs ausüben. Sol-
: Wetterscheiden sind vorzüglich einzelne Berge, noch mehr
ldige Gebirgsrücken, die den Gewittern ein Hinderniſs ent-

1 Schw. IV. 379.
2 a. a. O.
3 Ebend. I. 127.

gegenstellen, so dafs sie gewöhnlich längere Zeit stehen bleiben und dann in etwas veränderter Richtung weiter ziehen. Bisweilen werden durch solche Wetterscheiden die Gewitter in zwei Theile getheilt, welche entweder getrennt nach abweichenden Richtungen weiter ziehen, oder sich auch wieder hinter der Wetterscheide vereinigen, wenn die Wetterscheide durch einen mehr einzeln stehenden Berg gebildet wird. Der seltenere Fall ist, dafs das Gewitter eine rückgängige Bewegung annimmt, in welchem Falle es, wie schon bemerkt, gewöhnlich sehr bald endlich zum Ausbruche kommt. Eine solche hemmende Wirkung auf Gewitter äufsern selbst hie und da Bergketten, welche nicht mehr als 1500 P. Fufs über das Meer und 500 P. Fufs über die Oberfläche der nächsten Thäler aufsteigen [1]. Schübler führt in seinen verschiedenen Abhandlungen über die Gewitter in Würtemberg eine grofse Zahl solcher Wetterscheiden an [2].

Schön fand die oft von Landleuten aufgestellte Regel, dafs spätere Gewitter die Richtung einhalten, welche frühere Gewitter eingeschlagen haben, bestätigt [3], besonders bei den meisten Gewittern im Jahre 1819, indem bei weitem die meisten aus NW. kamen, von wo aus die ersten ihren Zug genommen hatten. Dieselbe Regel fand auch Dr. Gunther in den Gewittergegenden am Rhein, namentlich im Siebengebirge, sowohl durch eigene Beobachtungen als durch das Zeugnifs der dortigen Landleute bestätigt [4]. Schübler bemerkt zwar, dafs ihm die Regel von Wetterbeobachtern in Würtemberg gleichfalls als Resultat vieljähriger Beobachtungen mitgetheilt worden sey, aber mit der Beschränkung, dafs sie nicht für die Gewitter im August und September gelte, er selbst aber fand sie, wenigstens für die im Jahre 1821 beobachteten Gewitter, nicht bestätigt, die ersten am Ende April von Osten, im Mai aber schon viele im Westen und noch mehrere in den folgenden Monaten von daher kamen [5].

---

1 Vgl. Schübler in Schw. I. 139.

2 Schw. I. 138. IV. 333. XI. 26.

3 Schw. IV. 400.

4 Schw. XXI. 105.

5 Schw. IV. 379.

Periodische Wiederkehr der Gewitter.

Der berühmte Alex. Volta[1] hat in den Gebirgsgegenden
Comer-See beobachtet, dafs die Gewitter eine Neigung be-
n, viele Tage hinter einander um dieselbe Stunde und ge-
aus demselben Orte wieder zu erscheinen, wo sie am ersten
wahrgenommen wurden. Diese periodische regelmäfsige
derkehr gilt vorzüglich für solche Orte, wo in den Sommer-
aten die Gewitter täglich erscheinen, wie z. B. für die Ge-
thäler in der Nähe des Comer-Sees, die Gegend von Como
w. Dabei zeigte die Beobachtung, dafs diese merkwürdige
heinung nicht von örtlichen Umständen abhänge, so dafs
ewisses Thal oder eine Bergschlucht geschickter wäre, den
ittern Entstehung zu geben, sondern es wird vielleicht nach
gen Tagen, wenn eine ähnliche periodische Gewitterbildung
itt, nicht mehr dieses Thal, sondern ein anderes der Ort
, wo andere Gewitterwolken zum Vorschein kommen, die
abermals der Anfang einer solchen Periode sind. Man darf
r die Ursache einer solchen periodischen Gewitterbildung an
mmten Orten nicht in allgemeiner örtlicher Beschaffenheit
ier Orte, in der Lage der Berge u. s. w. suchen. Vielmehr
t Volta, müsse sie ihren Grund in einer von dem Gewit-
les vorigen Tages herrührenden Modification der darüber
ebenden Luft haben, welche selbst nach der wieder einge-
nen Aufheiterung noch einen ganzen Tag nachher fortdau-
Diese Modification soll nun 1. theils in einem eigenthüm-
n und dauernden el. Zustand der Luftsäule; 2. in einer er-
chen und gleichfalls dauernden Abänderung ihrer Tempe-
bestehen. Die Luftsäule, durch welche ein Gewitterregen
steigt, müsse sowohl durch die Mittheilung der starken E.,
edem solchen Regen eigen sey, als auch durch die Hervor-
ung neuer E. vermöge des heftigen Herabstürzens von
ser elektrisirt werden, wobei sich Volta auf die ältere Ent-
ung von Tralles, dafs bei grofsen und reichlich strömen-
Wasserfällen eine starke E. erregt wird, bezieht[2], so könne
diese Luftsäule einen ganzen Tag und länger E. behalten,

---

[1] Aus dem Giornale di Fisica u. s. w. übers. in G. LVII. 341. Schw. XIX. 262.

[2] Vgl. auch Volta's meteorologische Briefe an Lichtenberg VII.

um die zerstreuten Dünste anzuziehen, und sich mit ihnen beladen vorzugsweise von den benachbarten Luftsäulen, welchen sich nur die gewöhnliche ziemlich schwache E. der Luft findet. Hierzu komme nun noch, dafs der mit den Erdterregen getränkte Boden, wenn die Mittagssonne ihn erwärme, der über ihm stehenden Luftsäule mehr Dünste mittheile, als die übrigen Luftsäulen erhalten. Hier hätten wir die reiche Quelle neuer hinreichend starker E., welche ohne Zweifel unter diesen Umständen hervorgebracht werde, wenn die dahin elastischen und durchsichtigen Dämpfe, die sich in der Luftsäule sammelten, sich über den Sättigungspunct hinaus verdichteten und sich in bläschenförmige Dünste, Nebel und Wolken verwandelten. Und diese müfsten desto dichter werden, da jene Ursachen fortdauernd hier neue Dünste zusammenführten, und da überdem noch eine andere Ursache mächtig zu ihrer Verdichtung beitrage.

Diese andere Ursache ist nach VOLTA die ungewöhnlich niedrige Temperatur, welche in jener Luftsäule stattfinde. Diese Luftsäule mufs sich am folgenden Tage nach dem Gewitter noch abgekühlt finden vorzüglich in der Höhe, wo die Gewitterwolken hingen, oder hindurchzogen, da diese gefrorenen oder beinahe gefrorenen Wolken die umgebende Luft wenigstens nahe bis zu ihrer Temperatur herabbringen mufsten. Diese Luftschicht ist eben dadurch weit mehr als die übrigen fähig, die neuen ihr beständig zuströmenden Dünste zu dem Wölkchen zu verdichten. Auf diese Weise bildet sich das erste Wölkchen, an der bestimmten Stelle, während noch der übrige Himmel heiter bleibt, dieses Wölkchen wird sichtlich immer gröfser vermöge der immer neuen Ansammlung und Verdichtung der Dünste, und das Gewitter ist so geboren und begonnen. Zur Begründung jenes zweiten Erklärungsgrundes führt VOLTA die Thatsache an, dafs so häufig nach Gewittern an der Gegend, wo das Gewitter herrschte, ein kalter Wind eine Zeit hindurch und über sehr ausgedehnte Strecken wehe. Fand eine sehr starke Erkältung jener höheren Luftschichten statt, wenn sehr reichlicher Hagel fiel, so wird die Luft wegen der starken Verdichtung, die sie dann erlitten, sich schneller senken, die der Erde nähere Luft rings umher verdrängen und in eine horizontale Bewegung versetzen, und diese wird eine solche annehmen, sobald sie etwas wärmer wird als

ausdehnt. Dafs dieser kalte Wind gewöhnlich erst meh-
nden und häufig erst den folgenden Tag zu wehen an-
rührt davon her, dafs die untere Luft unmittelbar nach
ewitter selbst abgekühlt und verdichtet ist, und erst wenn
ch die Sonnenwärme des folgenden Tages erwärmt und
ihnt worden ist, die obere kalte Luftsäule ein Ueberge-
von specifischem Gewichte erhält, um sich senken zu kön-
Die besonders trockene Beschaffenheit jenes kalten Win-
weise gleichfalls, dafs er von einer Luft herrühre, die sich
ieren Gegenden niedergesenkt habe, wo bekanntlich gro-
ckenheit herrschend sey, wofür endlich noch der Um-
preche, dafs, wenn auf ein Gewitter vielmehr Stille ein-
nd nicht ein solcher kalter Wind ausbricht, die Wieder-
es Gewitters am folgenden Tage um so sicherer Statt fin-
eil dann die erkalteten Luftschichten ihre höhere Lage
alten haben und die E., womit sie geschwängert waren,
e durch das vorige Gewitter erzeugte Kälte besser und
Zeit in sich zurückhalten. So kehren dann unter den an-
nen Umständen mehrere Tage nach einander zur bestimm-
it die Gewitter wieder, wenn dann aber das Gewitter ein-
t heftigen Regengüssen und Hagel zum Ausbruch kommt,
ch diesem Ausbruche der erwähnte Wind eintritt und den
en Tag fortdauert, so ist die Kette dieser periodischen
er zerrissen. Configliachi bemerkt [1] in einem Zusatze
LTA's Abhandlung, dafs er an heiteren Tagen die el. Span-
der Atmosphäre an den Orten, wo sich am vorigen Tage
witter aufgehalten hatte, viel stärker als sonst gewöhnlich
en habe, und dafs er blofs aus dieser sehr starken Luft-
cität an einem heitern Tage, welchem ein starkes Gewitter
egangen war, die er auf dem Gipfel des Monte generoso
htete, ein bevorstehendes Gewitter voraussagte, welches
auch wirklich mit reichem Hagel zum Ausbruche kam.
weit von der Terra Pliniana ist ein Thal, welches 14 Tage
einander der Entstehungsort von Gewittern war, deren er-
olken beinahe um dieselbe Nachmittagsstunde aus demsel-
ervorgingen, und sich in dem Innern ihres Geburtsortes
nten, um in Kurzem nach einigem Donner und Regen zu
winden. Auch Dr. Guenther fand in den Gebirgsge-

---

1. a. O. S. 357.

genden am Rheine namentlich im Siebengebirge Volta's Beobachtung so weit bestätigt, dafs fast jedesmal, so oft ein Gewitter zu einer ungewöhnlichen Stunde, nämlich vor oder kurz nach Mittag ausbricht, dasselbe mehrmals zu derselben Zeit wiederkehrt, und besonders nach der Beobachtung der Landleute, 3 Tage nach einander [1].

V. Ausbreitung und Fortbewegung der Gewitter.

Wenn gleich in der Regel die Gewitter, besonders die stärkeren, eine mehr örtliche Erscheinung sind, und ihr Entstehungsort und der Ort ihres Ausbruchs nicht weit auseinander liegen, so giebt es doch auch Gewitter, die sich weit verbreiten, in ihrem Fortgange sich verstärken, und auf ihrem oft sehr langen Wege weit ausgedehnte Strecken heimsuchen. Die Bewegung derselben ist dann sehr schnell. Nach Beobachtungen über die Gewitter in Würtemberg [2] durchlaufen die Gewitterwolken einen Weg von 30 Stunden in 1,5 bis 2 Stunden und haben folglich eine Geschwindigkeit von 47 bis 63 Par. Fufs in der Secunde, folglich die eines starken Windes. Heftige Gewitter mit Sturm begleitet verbreiten sich besonders fortschreitend über weite Strecken. Ein ausgezeichnetes Gewitter dieser Art war das Gewitter vom 14 Januar 1821 [3], das von den Niederlanden ausging, sich über die ganze Breite von Deutschland von W. nach SO. erstreckte, an mehreren Orten einschlug und seine elektrische Intensität auch dadurch beurkundete, dafs in Hannover und Heiligenstatt zwei herabfallende Feuerkugeln beobachtet wurden, die mit einem Knall wie ein Kanonenschufs zerplatzten. Zu Elberfeld wurde es Abends 5¼ Uhr und in Nürnberg Nachts um 1 Uhr beobachtet, welches eine Geschwindigkeit von ungefähr 10 geographischen Meilen auf die Stunde anzeigt. Im Jahre 1823 kam in Würtemberg ein Gewitter vor, das nach der schnellen Aufeinanderfolge von Gewittern in der Richtung von W. nach O. bis nach Ungarn hinein, wo man dieselben als das Fortschreiten eines und desselben Gewitters

1 Schw. XXI. 106.

2 Schübler in Schw. I. 142.

3 Vgl. Schw. VII. 335.

men dürfte, eine Geschwindigkeit von 25 geographischen
n in einer Stunde gehabt haben würde.

VI. Vertreibung der Gewitter.

Ein sonst von Aberglauben begünstigtes Mittel, um heran-
de Gewitter zu zerstreuen, war das Läuten mit Glocken,
elchem sich indefs keine solche Erschütterung der Luft er-
läfst, um die Gewitterwolke zu zerstreuen. Ganz anders
t es sich aber mit dem Abfeuern von schwerem Geschütze,
berhaupt mit heftigen Explosionen, die in der Luft ver-
t werden. Sehr merkwürdige Erfahrungen hierüber ent-
in Aufsatz von einem Herrn Leschevin zu Dijon[1]. Er
m, dafs ein Marquis de Chevriers, ein ehemaliger See-
, der sich auf sein Landgut, welches in dem ehemaligen
nais, einem Theile von Bourgogne, gelegen war, zurück-
n hatte, und hier mehrmals Zeuge der grofsen Verwüstun-
wesen war, welche der Hagel anrichtete, sich erinnernd
e gesehen zu haben, dafs man sich mit gutem Erfolge des
ren Geschützes bedient hatte, um Gewitterwolken zu zer-
, ein ähnliches Verfahren in den siebenziger Jahren des
n Jahrhunderts in der dortigen Gegend mit dem glücklich-
rfolge einführte. Beim Herannahen von Gewittern wur-
af den Höhen Pöller abgefeuert, und auf seinen Gütern
verbrauchte derselbe jährlich 200 — 300 Pfund Pulver zu
Zwecke. Die Einwohner der umliegenden Gemeinden
eine vieljährige Erfahrung von der Nützlichkeit dieses
überzeugt, fuhren auch nach seinem Tode, welcher im
e der Revolution erfolgte, fort, es in Gebrauch zu erhal-
ir Beispiel wurde von der benachbarten Gegend nachge-
und seitdem ist es in den gröfsten Theilen von Macon-
regelmäfsiger Anwendung. Die Gröfse der Pöller, ihre
, und die Menge der Schüsse, die man thut, sind nach
nständen und nach der Oertlichkeit verschieden. So be-
ch die Gemeinde von Fleury eines Mörsers, in welchen
nd Pulver geladen wird, gewöhnlich schiefst man ihn auf
hen ab, bevor die Wolken sich allzustark angehäuft ha-
nd fährt mit dem Schiefsen so lange fort, bis die Gewit-
en gänzlich zerstreut sind. Leschevin hatte selbst Ge-

[1] Gilb. Ann.

legenheit zu Grenoble, wo eine Artillerieschule ist, sich v… Wirkung starker und häufiger Explosionen auf dicke … zu überzeugen.

Parrot[1] machte, von einer ganz eigenen Theorie … witter ausgehend, den Vorschlag, die Gewitter durch … welche man in die Regionen, in welchen sich die Gew… den, schleudern und so zubereiten solle, dafs sie dur… Explosion kommen, nicht sowohl zu zerstreuen, als … zu einem relativ unschädlicheren Ausbruche zu bring… auch die Theorie, auf welche dieser Vorschlag gebaut … tig wäre, so möchte doch durch eine solche Explos… gentliche Zweck, auf den es dabei abgesehen ist, … werden, nämlich eine grofse Menge von Sauerstoffgas … ren, da die brennbaren Materien des Schiefspulvers … Verbrennen nicht eigentlich den Sauerstoff der Atmo… zehren. Eher läfst sich noch der Vorschlag von Dur… ren, der aufser dem Hervorbringen von heftigen Erschü… gen in der Luft, um die in derselben adhärirenden Wass… chen auf das stärkste zu schütteln (!) und dadurch … genguss zu veranlassen; die Errichtung einer sehr … Leitung zwischen den Wolken und der Erde, es sey … Feuer, das man an vielen Stellen anmacht und mit … nen Brennmaterialien unterhält, oder durch Verdampf… durch Verbrennung harziger Materien, empfiehlt. Unter … Mitteln gegen die Gewitter überhaupt sind auch die … Zeiten gegen den Hagel empfohlenen Mittel, von denen … sem Artikel die Rede seyn wird, der Berücksichtigung …

VII. Theoretische Betrachtungen.

Ich habe schon unter dem Artikel *Blitz*[3] auf die … heiten hingewiesen, welche in der Lehre vom Gewitter … herrschen. Dasjenige, worüber die Meteorologen noch … sind, besteht vorzüglich darin, ob die gewöhnlichen … dünste, wie sie durch die Wärme erzeugt werden, … weitere Veränderung erlitten zu haben, das einzige … zur Bildung der Gewitterwolken, so wie überhaupt …

1 G. X. 216.
2 G. XXIV. 256 ff.
3 I Bd. 2te Abth. S. 989 ff.

iederschläge aus der Atmosphäre sind, oder ob nicht viel-
eine Umwandlung derselben vorangegangen ist, entweder
AUSSÜRE will, durch eine innige Vereinigung mit der
berhaupt, oder nach PARROT mit dem einen Bestandtheile
mosphäre, dem Sauerstoffgase, oder nach DE LÜC durch
änzliche Umwandlung in Luft. Da mehrere Versuche im
n uns durchaus nichts von der Art gezeigt haben, so bleibt
in gutes Feld für Hypothesen offen, die sogenannten Im-
abilien sind dienstfertig genug, für jede solche Umwand-
errichtung, die man ihnen anweist, und die geheimen
chen Processe, die man zu Hülfe nehmen mufs, geben
'ortrage ein gelehrtes Ansehen. Wenn wir auch gerne
men, dafs wir bei Grundlegung der ersten Annahme von
rschiedenen Erscheinungen noch keine durchaus befriedi-
Erklärung geben können, so geben wir ihr doch darum
orzug, weil sie die einfachste Erklärung an die Hand giebt,
nigsten noch nicht bewiesenen Voraussetzungen enthält,
enigstens mit keiner bis jetzt bekannten Thatsache in of-
m Widerspruche steht. Dafs an heifsen Sommertagen
mosphäre allmälig mit wäfsrigen Dünsten übersättigt wer-
ufs, ist einleuchtend. Mit dieser sehr starken Verdunstung
uch die freie E. in den höheren Gegenden der Atmosphäre
nen. Aber auch gebundene E. scheinen die Wasserdün-
die höheren Gegenden zu führen. Da die höheren Ge-
i der Atmosphäre im Ganzen mehr trocken sind, so kann
Verdunstung mehrere Tage fortgehen, ehe in diesen
ten das Maximum von Feuchtigkeit erreicht oder gar
ritten wird. Ist die Luft ruhig (und eine solche begün-
orzüglich die Bildung der Gewitter), so kann aber auch
h dieses Maximum von Feuchtigkeit schon überschritten
hne dafs es noch zur wirklichen Verdichtung, zur Wol-
lung, kommt. Wir kennen ähnliche Fälle, wo alle Um-
zur Veränderung des Zustandes zur Erstarrung, Krystal-
i u. s. w. vorhanden sind, und diese noch nicht eintreten,
letzter kleiner Umstand die Veränderung entscheidet, die
Gröfse nach demselben gar nicht proportional zu seyn
. Beispiele dieser Art geben Auflösungen von Salzen,
der Wärme vollkommen gesättigt, bei der Abkühlung über-
gt sich flüssig erhalten, bis ein kleiner hineingeworfener
ll, eine gewisse Erschütterung, eine reichliche Krystall-

bildung bestimmen, das mehrere Grade unter den Gefrie-
erkaltete Wasser, welches gleichfalls durch Erschütter-
dann schnell in Eis verwandelt, manche geschmolzene
u. dgl. Mit einer solchen Spannung zur Krystallisation
man die Gewitterspannung in der Luft vergleichen, in
wenn sich ein erstes Wölkchen gebildet hat, die weiter
kenbildung einen so raschen Fortgang macht. Dafs
schnelleren Verdichtung eine stärkere Elektricitäts-Ac-
verknüpft seyn müsse, leuchtet von selbst ein, da die
sich verdichtenden Dünsten frey werdende E. nicht
sich zu zerstreuen. Es kommt aber hierbei noch ein
Umstand in Betracht, der die elektrischen Explosionen
Wolkenbildung an heifsen Sommertagen begünstigt.
hat auf eine grofse Wärme in den höheren Luftschichten
Vorzeichen von Gewittern aufmerksam gemacht[1]. Diese
Wärme ergab sich theils durch directe thermometrische
die schon für 18 Fufs Höhe $1\frac{1}{4}$° R. mehr Wärme gaben
4 Fufs, theils für die gröfseren Höhen durch die Phänomene
Strahlenbrechung. Wenn man nun bedenkt, dafs die
gen des Blitzes wenigstens in Schmelzung der Spitzen
witterableitern die Wirkungen unserer gröfsten Batterien
nicht auffallend übertreffen, so ist man mit Gay Lussac
neigt, eben keine so aufserordentliche elektrische Intensität
Gewitterwolken anzunehmen, sondern die Ursache der
dung der Wolken auf so grofse Strecken, worin sie
trische Batterieen in einem so aufserordentlichen Grade
fen, in dem geringen Widerstande zu suchen, welchen
die in höheren Gegenden noch so warme und dünne
gegensetzt. In dem viel gröfseren Widerstande der
und viel dichteren Luft im Winter mag dann auch mit
der viel gröfseren Seltenheit der Gewitter im Winter liegen,
auf schon Achard aufmerksam gemacht hat[3]. Was den
herrschenden Zug der Gewitter in der Richtung von
O. betrifft, so verweise ich deswegen auf den Artikel *Ei*
bemerke nur, dafs auf keinen Fall in jenen hypothetischen
trischen Strömen, die nach Ampère's Theorie des

1 Beiträge zur Witterungskunde 6. 363.
2 Annales de Chimie et de Physique XXIX. 105.
3 Chemisch-physische Schriften. Berl. 1780. I. Bd. S.

mus die Erde umkreisen sollen, die Ursache dieser Rich-
liegen kann, da diese Ströme vermöge ihrer Richtung von
nach Westen die gleichnamige in den Gewittern und also
die entgegengesetzte von derjenigen, welche sie in der
haben, veranlassen müfsten. *P.*

Glas.

Vitrum; verre, *Glafs.* So heifst im allgemeinsten
jede nach dem in der Glühhitze erfolgten Schmelzen zu
durchsichtigen und nicht krystallinischen Masse erstarrte
e. Das nicht Krystallinische zeigt sich nicht blofs im völ-
fangel an Blätterdurchgang, sofern blofs muschlicher Bruch
t wird, sondern auch in den optischen Verhältnissen.
diesen glasigen Zustand gehen nach dem Schmelzen über:
, wie Boraxsäure und Phosphorsäure; Alkalien, wie Kalk;
, wie Alaunerde und Kieselerde; schwere Metalloxyde,
s Antimonoxyd mit wenig Schwefelantimon das Spiefs-
as bildet; und endlich viele Salze, zu welchen auch die
dungen der elektropositiveren Alkalien mit den elektro-
eren Erden zu zählen sind. Unter diesen Salzen lassen
szeichnen: der Borax; so wie viele andere borax- und
hosphorsaure Salze; das gemeine Glas, welches als saures
ures Kali und Natron, dem öfters noch kieselsaurer Kalk
ischt ist, angesehen werden kann; metallische Gläser, z.
lsaures Bleioxyd (Bleiglas) oder Wismuthoxyd. Da sich
dieser glasigen Verbindungen untereinander nach allen
nissen zusammenschmelzen lassen, so entspringen hieraus
fache glasige Gemische, zu welchen vorzüglich das Flint-
ört. *G.*

Glatteis.

acies tenuis corporum superficies inducens;
s; *glazed frost.* Die dünne Eiskruste, mit welcher
das Steinpflaster, die Fufsböden und Mauern überzo-
. Es bildet sich gemeiniglich bey eintretendem Thau-
auf der Strafse durch Regen, der dem Gefrieren nahe,
wohl selbst mit gefrornen Tropfen vermischt, mit dem
Boden in Berührung kommt. Unter diesen Umständen
h das Eis selbst und der Schnee mit einer solchen Rinde

überzogen. An den Mauern entsteht das Glatteis zum T
auch durch anschlagenden Regen, vornehmlich aber durch
Gefrieren der wäfsrigen Dünste, welche aus der wärmern, f
ten Luft an den kalten Wänden sich niederschlagen. Es u
scheidet sich vom *Reif* und vom gefrornen Nebel durch
Glätte und Dichtigkeit, indem es wegen dem Ueberma
der Feuchtigkeit und weil es nach dem Niederschlag nic
Dunst, sondern als flüssiges Wasser gefriert, eine zusamme
gende, klare Eishaut bildet; während dem bei diesen de
einzelten Dunstbläschen als kleine Krystallen sich ansetzen
so einen undurchsichtigen schneeähnlichen Ueberzug zu
bringen. *E.*

Gleichgewicht.

Aequilibrium; Équilibre; *Equilibrium*. Das W
Gleichgewicht ist von dem gleichen Gewichte zweier gegen
Körper entnommen (*aequus* gleich und *librare* wiegen
bezeichnet den Zustand, wenn zwei an einer beliebigen Ve
aufgehangene Körper den Zustand der Ruhe bei der letzte
zeugen. Weil aber dieser Zustand durch zwei einander ent
genwirkende Kräfte, zunächst das Gewicht oder die ab
dingende Schwere, hervorgebracht wird, so ist der Beg
Gleichgewichts überhaupt auf alle diejenigen Erscheinun
gedehnt, in denen zwei oder mehrere einander entgegen
Körper oder die diese sollicitirenden Kräfte den Zust
Ruhe herbeiführen. Namentlich tritt der Zustand des G
wichtes bei flüssigen Körpern dann ein, wenn gleich
Säulen derselben sich wechselseitig zu bewegen streben,
aber wegen der einander entgegenwirkenden gleiche
wirklich zu erreichen nicht vermögen, oder wenn sowo
als auch flüssige Körper in letzteren vermöge ihres
herabzusinken streben, ohne dafs dieses wegen des Gegen
der Flüssigkeiten wirklich geschehen kann. Die hierhe
gen Aufgaben machen einen grofsen Theil der Hydro
Aërostatik aus, als welche hauptsächlich vom Zustande de
gewichts tropfbar flüssiger und expansibeler Körper han
gleiche Weise sagt man von einem festen Körper, dafs
im Zustande des Gleichgewichts befinde, wenn er
Schwerpuncte so unterstützt ist, dafs ein geringes hinzu
des Kraftmoment eine Bewegung erzeugt, ohne diese

and der Ruhe fortdauert. Beispiele dieser Art liefsen sich lenge anführen, es genügt indefs, die Sache nur durch das ge der mit so aufserordentlicher Kunst ins Gleichgewicht llten Fernröhre und astronomischen Werkzeuge anschaulich achen, worunter namentlich der in Dorpat befindliche Fraun-'sche Refractor als bis jetzt unübertroffenes Meisterwerk das re so bewunderungswürdige Herschel'sche Teleskop weit r sich zurückläfst.

Nimmt man die Sache im Allgemeinen, so gehört es unter ufgaben der höheren Statik und Dynamik, die willkürlich hiedenen und in verschiedenen Richtungen wirkenden e zu construiren, wodurch irgend ein oder mehrere gege- Puncte im Raume auf eine solche Weise sollicitirt werden, lennoch der Zustand der Ruhe aus der Summe ihrer ge- ten Wirkungen hervorgeht. Dieser Zustand der Ruhe kann, rtdauernder Wirksamkeit der Kräfte, ein dauernder seyn, s dann das sogenannte stabile Gleichgewicht (équilibre le der französischen Geometer) hervorgeht. Auf solche e erklärt man z. B. den Festigkeitszustand der Körper, in- nan annimmt, dafs jedes Element derselben durch entge- irkende Anziehungs- und Abstofsungskräfte in beharrlicher erhalten wird, aus welcher er nur durch ein Hinzukommen bewegender Kräfte oder eine Vermehrung der Wirksam- er bestehenden gebracht werden kann, wodurch dann eben attgefundene Zustand des Gleichgewichts aufhört. Nach Princip wird die Statik in verschiedenen Handbüchern, tlich dem von Poisson [1], behandelt, auch haben mehrere ter das Problem, nach welchen Gesetzen und unter wel- Bedingungen der Zustand des Gleichgewichts bei einem verschiedene Kräfte sollicitirten Puncte erhalten werden zum Gegenstande besonderer analytischer Untersuchungen it, unter denen ich blofs die neuesten Abhandlungen von Y [2] und Nörremberg [3] namhaft machen will. Von letz-

---

Traité de Mécanique. A Paris 1811. II Vol. 8. Daselbst vor- T. I. am Ende.

Exercices de Mathématiques. Livr. 13. Par. 1827.

Zeitschrift für Phys. und Math. von Baumgartner und v. Et- sen. I. S. 468 u. f.

teren hier etwas mitzutheilen würde zweckwidrig seyn, die Anwendungen der Gesetze des Gleichgewichts bei den verschiedenen Körpern und unter den mannigfaltigen, dabei in Betracht kommenden Bedingungen werden an den geeigneten Orten mitgetheilt werden. M.

Gleichung.

aequatio; équation; *equation*; heifst in der Astronomie im Allgemeinen die Angabe einer solchen Correction, wodurch die mittlere Bewegung der Himmelskörper auf die wahre zurückgeführt oder wenigstens ein Beitrag zu dieser Reduction geliefert wird. Die Bewegung der Himmelskörper und eben deshalb auch die Bestimmung ihres Ortes in einem gegebenen Zeitpuncte hängt aufser der Hauptkraft, wodurch die Bewegung bestimmt wird, noch immer von manchen minder erheblichen Einwirkungen ab, und wenn man also den Erfolg so berechnet hat, als jene Hauptkraft es fordert, so bedarf es noch der kleinen Correctionen oder Gleichungen, die durch jene schwächeren Einwirkungen bestimmt werden. Ja selbst die durch die Hauptkraft allein bewirkte Bewegung ist keine gleichförmige, und es ist daher eine Verbesserung, eine Gleichung, angebracht worden, um den mittlern, d. i. den einer gleichförmigen Bewegung entsprechenden Ort auf den wahren zurückzuführen.

Gleichung des Mittelpuncts; *aequatio centri, prostaphaeresis*; équation du centre; *theorie tion or prostaphaeresis.* Wenn ein Planet durch die auf ihn wirkende Kraft der Sonne seine elliptische Bahn durchläuft, so ist seine Bewegung ungleichförmig, daher seine wahre Anomalie von der mittlern Anomalie verscheiden, und ihr Unterschied ist die Mittelpunctsgleichung [1].

Gleichung der Zeit; *aequatio temporis*, der Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Zeit, wovon besser im Art. *Zeit* gehandelt werden wird.

L.

Gletscher; S. Eis.

---

1 Vergl. Art. *Anomalie.*

Glockenspiel.

Elektrisches Glockenspiel; Carillon élec-
ue; *Electrical Bells;* ist eine von den zahlreichen elek-
hen Spielereien, welche man unter verschiedenen Formen
in allen physikalischen Cabinetten findet. In einfachster Ge-
besteht dasselbe aus einem messingnen Träger B B, wel- Fig
mit einem Haken a über eine Stange am ersten Conductor 232.
r Elektrisirmaschine aufgehangen wird. Von diesem mes-
nen Träger oder Halter hängen an beiden Enden zwei Ket-
nit zwei in der Luft frei schwebenden Glocken C; E; von
1,5 bis 2 Z. Durchmesser herab, in der Mitte aber eine sei-
Schnur, welche gleichfalls eine Glocke D trägt. Aus der
der letzteren wird eine Kette b auf den Tisch oder einen
igen, mit der Erde in Verbindung stehenden Leiter herab-
sen. Wird dann dem Halter B B durch den Conductor oder
onstige Weise Elektricität mitgetheilt, und durch die Ket-
len Glocken C und E zugeführt, so kann sie von hier aus
entweichen; sie zieht daher die an seidenen Fäden herab-
enden messingnen Knöpfchen α und β an und stöfst diese
i die Glocke D zurück, um an diese, und somit an die Erde
ugehen. Diese Bewegung, welche bei nur mäfsig starker
ricität in sehr kurzen Zeitintervallen erfolgt, ist mit einem
ılagen gegen die Glocken verbunden, woraus ein anhalten-
Geläute entsteht. Man giebt dem Apparate auch die Ein-
ng, dafs eine Glocke auf einer isolirenden Glassäule befe-
ınd oben mit einem hervorragenden, in eine Kugel endi-
n oder in einen Haken umgebogenen, Drahte versehen.
Die gläserne Säule steht lothrecht auf einem runden Fufs-
le in dessen Mitte, am Umfange desselben aber sind auf
ngnen Stangen in gleicher Höhe mit der mittleren gleiche
en von beliebiger Menge, befestigt, auf jeder derselben ist
in der Mitte ein Draht aufgerichtet, und so krumm gebo-
dafs ein vom äufsersten Ende an einem Seidenfaden bis
unteren Rande der Glocken herabhängendes messingenes
fchen gerade die Mitte zwischen der innern und der ihm
örigen äufseren Glocke hält. Wird dann dem auf der mitt-
Glocke aufgerichteten Drahte Elektricität zugeführt, so
gt jedes Knöpfchen an diese und die ihm zugehörige Glocke

an, wodurch ein so vielfaches Geläute entsteht, als die Zahl der äufseren Glocken beträgt.

Der Neuheit wegen kann dieses Glockenspiel interessant seyn, auch zeigt es deutlich die wechselnde Anziehung leichter beweglicher Körper durch elektrische und ihre Abstofsung nach neutrale, welches Phänomen durch diesen Apparat versinnlicht werden kann; allein für etwas längere Zeit ist das anhaltende Geläute sehr eintönig, wenn man diesem nicht durch einige Harmonie unter den Tönen der vereinten Glocken abzuhelfen sucht. Franklin benutzte indefs das Glockenspiel sehr sinnreich, um durch das Läuten desselben von dem Vorhandenseyn und der Stärke der Luftelektricität Kenntnifs zu erhalten. Zu dem Ende verband er dasselbe mit der isolirten Stange, deren Spitze zum Auffangen der atmosphärischen Elektricität diente, und schlofs dann ohne zeitraubende specielle Beobachtung aus dem eigentlich gehörten Läuten auf das Vorhandenseyn einer atmosphärischen elektrischen Spannung, und aus der schnellen Bewegung der Knöpfchen auf die Stärke derselben[1].

M

Glycium.

Glycinium, Beryllium; *Glycium*; Glucinium; *Glucinium*. So heifst das bis jetzt nur in sehr kleinen Theilchen dargestellte Metall, welches mit Sauerstoff (in Verhältnisse von 17,7 : 8) verbunden, die *Süfserde* oder *Glucinerde* darstellt. Diese findet sich blofs im Smaragd, Euklas, Helvin und manchem Ytterit. Sie stellt ein weifses, zum Theil sehr schwierig schmelzbares Pulver von 2,967 spec. Gewicht dar. Sie bildet mit Wasser ein weifses Hydrat und mit den Säuren die Süfserdesalze. Diese sind meistens farblos, schmecken süfs, wenn sie in Wasser löslich sind, süfs und herb, und röthen Lackmus. Sie geben mit Kali und Natron und mit kohlensaurem Ammoniak, Kali und Natron Niederschläge, die sich im Ueberschufs dieser Fällungsmittel wieder lösen. G

Glühen, Glühlämpchen; S. Verbrennen.

---

1 T. Cavallo Abh. der Lehre von der Elektricität. A. d. Engl. Leipz. 1785. 8. S. 245.

Gnomon.

omon, γνώμων; ist der Zeiger an der Sonnenuhr, und auch
hl diese selbst. Wir verstehen vorzüglich diejenigen aufge-
ichteten Säulen oder andere im Grofsen ausgeführte Vorrichtun-
darunter, durch deren Hülfe vermittelst des Sonnen-Schat-
s die Zeit des Mittags bestimmt wird.

Schon die Alten bedienten sich spitzer, auf horizontalem
len stehender Säulen, um den Mittag zu bestimmen. Ana-
IMANDER wandte einen solchen Gnomon an, um die Sonnen-
e zur Zeit beider Solstitien zu messen [1]. Auch in Rom
ute der unter Augustus aufgerichtete Obelisk, um den Mittag
bestimmen [2].

Diese Gnomone, sie mögen nun sich in eine scharfe Spiz-
endigen, oder eine dünne verticale Stange oder eine Kugel
en, geben die Zeit doch nicht sehr genau. Ist nämlich die
der horizontalen Ebene gezogene Mittagslinie auch vollkom-
n richtig, so ist bei niedrigen Gnomonen das Fortrücken des
attens so langsam, dafs man den Antritt an die Linie nicht
auf eine Secunde genau anzugeben im Stande ist. Bei hö-
en Gnomonen macht der Halbschatten eine Unsicherheit, die
o gröfser wird, je entfernter der Schatten werfende Körper
Statt einer Schatten werfenden Säule bringt man noch lie-
in bedeutender Höhe eine kleine Oeffnung in einer undurch-
tigen Platte an, und läfst so ein kleines Sonnenbild, am
en in ganz dunkelm Raume, auf den horizontalen Boden
n, wo die Mittagslinie gezeichnet ist; aber auch hier macht
Halbschatten die Grenzen des Sonnenbildes undeutlich, und
Beobachtung wird daher ungenau, wenn man gleich durch
sehr hoch angebrachte Oeffnung bewirken kann, dafs die
egung des Sonnenbildes auf dem Boden sehr schnell ist. Un-
liesen Gnomonen zeichnet sich der im Jahre 1468 von Tos-
ELLI in der Kathedrale zu Florenz angelegte durch seine Hö-
us, indem die Oeffnung, welche das Sonnenlicht einläfst,
Fufs über dem Boden liegt; nach Ximenes [3] konnte man an

1 Montucla histoire des math. I. 304. 553.

2 Plin. H. N. XXXVI. cap. 10.

3 Ximenes del vecchio e nuovo gnomone fiorentino. Firenze.

demselben den Mittag bis auf eine halbe Secunde genau bestimmen; aber dennoch war auch hier der Halbschatten nachtheilig, wenigstens dann, wenn man aus der Gröfse des Sonnenbildes den scheinbaren Durchmesser der Sonne bestimmen wollte[1]. Um dieser Unannehmlichkeit abzuhelfen, brachte Le Monnier an dem Gnomon zu St. Sulpice in Paris ein convexes Glas von 6 Fufs Brennweite an, welches allerdings dann, wenn das Sonnenbild nahe am Brennpuncte aufgefangen wird, scharf begrenzte Ränder giebt; aber bei ungleicher Mittagshöhe der Sonne liegt das Sonnenbild auf dem horizontalen Boden in sehr ungleichen Entfernungen, und ein convexes Glas kann also nur für gewisse Stellungen der Sonne dienen, nicht für alle.

Um die Unbequemlichkeit, dafs das Sonnenbild in den längsten Tagen so ungemein weit hinausrückt, zu vermeiden, pflegt man wohl am nördlichen Ende der horizontalen Mittagslinie eine verticale Säule zu errichten, auf welcher die Durchschnittslinie der durch die Mittagslinie gesetzten Verticalebene bezeichnet ist; bei niedrigem Stande der Sonne im Mittage beobachtet man dann den Antritt des Sonnenbildes an diese Verticallinie.

Rommershausen hat eine Einrichtung vorgeschlagen, wobei das Sonnenbild immer auf einer verticalen Wand aufgefangen wird. Er bringt nämlich aufserhalb der Fensteröffnungen, nur wenige Linien im Durchmesser haltenden Metallspiegel in unveränderlicher nicht viel von der horizontalen Stellung abweichender Lage an. Dieser wirft ein kleines Sonnenbild auf die gegenüber liegende verticale Wand des Zimmers, wo man also den Antritt an eine Mittagslinie beobachten, und allenfalls auch die Sonnenhöhe wahrnehmen kann[2]. Dafs auch dabei nur von ungefährer Beobachtung der Zeit und der Mittagshöhe die Rede seyn kann, ist leicht zu übersehen.

Da wo man das Bild der Sonne auf einer verticalen Wand auffangen will, ist es bequem, die durch die Mitte der runden Oeffnung gehende Mittagsfläche vermittelst eines herabhängenden Fadens zu bezeichnen. Zu einem solchen **Filar-Gnomon** (*gnomon filaris*; gnomon filair, méridienne

---

1 De Zach Corr. astron. III. 269.

2 Kastner's Archiv. VI. 317.

l giebt Bohnenberger[1] folgende Einrichtung an. Man gt ein Messingblech ungefähr mit der Weltaxe parallel, cht auf die Meridianebene oberhalb eines nach Süden ge- ı Fensters. Diese Platte hat ein Loch, von 1 Lin. Durch- , an dessen oberem Theile eine Kerbe ist, die den ober- ıf der Platte befestigten Metallfaden durchläßt. Der Fa- ht im Zimmer nach der Richtung der Mittagslinie zu der iber liegenden Wand hin, wo eine gegen den Meridian chte Schraube befestigt ist, die in einer Kerbe den Me- n aufnimmt, welcher vertical herabhängend durch ein ht gespannt wird. Der Faden wird nun (indem man die g der Schraube, wenn es nöthig ist, ein wenig ändert) Mittagslinie gebracht, und hinter dem Faden eine weiße ufgestellt, um das Vorübergehen des Sonnenbildes vor erticalfaden zu beobachten. — Ob die Lage der Mittags- chtig ist, bestimmt man, indem man die durch correspon- e Sonnenhöhe gefundene Zeit mit derjenigen vergleicht, das antretende Sonnenbild als Zeit des wahren Mittags t. *B.*

Gnomonik.

onica; gnomonique; *Art of Dialing;* ist die Sonnenuhren (*gnomones*; cadrans; *Dials*) zu ver- ı. Da man sich bei den Sonnenuhren allemal eines mit eltaxe parallelen Zeigers bedient, so ist die eigentliche e der Gnomonik, die gerade Linie zu bestimmen, in r die verschiedenen um eine gegebene Anzahl Grade vom ıne entfernten und durch jenen Zeiger gelegten Ebenen in ge Ebene einschneide, auf welche die Sonnenuhr ge- ıt werden soll. Auch die Aufgabe, welche krumme Li- Spitze des Schattens an jedem Tage oder bei jeder De- n der Sonne auf der Ebne der Sonnenuhr durchläuft, ge- die Gnomonik.

hon im Alterthume war die Gnomonik bekannt. Vitruv giebt mehrere Arten von Sonnenuhren an, deren Ein-

---

[1] Anleitung zur geogr. Ortsbestimmung. S. 214.

[2] Lib. IX. Cap. 9.

richtung genauer zu bestimmen, MONTUCLA sich bemüht hat, indefs bemerkt DELAMBRE, dafs eine neuerlich in Delos ausgegrabene Sonnenuhr uns eine richtigere Kenntnifs, als MONTUCLA sie geben konnte, von einer dieser Arten von Sonnenuhren verschafft[2]. In Rom ward die erste Sonnenuhr 263 v. Chr. von VALERIUS MESSALA aufgestellt, (nach PLINIUS andern etwas früher von PAPIRIUS CURSOR); sie war für Catanea eingerichtet gewesen, u. entsprach daher ihrem Zweck nicht, weshalb sie, jedoch erst viel später, verbessert wurde.

Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften ist die in ihrem Umfange nach sehr beschränkte Wissenschaft der Gnomonik stand vieler kleiner Schriften geworden[3], in deren neuesten nähere Belehrung findet, als hier mitgetheilt werden kann.

B.

Gold.

Aurum; Or; *Gold.* Dieses Metall findet sich gediegen, theils mit Silber, Tellur und wenigen andern Metallen legirt. Es wird, wenn es in fremdartigen Erzen und Steinen fein vertheilt vorkommt, theils durch Blei, theils durch Quecksilber ausgezogen und zuletzt von dem es häufig in Menge begleitenden Silber getrennt.

Das Gold krystallisirt in Würfeln, Oktaedern, Dodekaedern, und andern zum regulären Systeme gehörenden Formen. Es hat nach dem Schmelzen ein spec. Gewicht von 18,3, nach dem Hämmern von 19,3 bis 19,4. Es ist der dehnbarste

---

1 MONTUCLA hist. d. Math. I. p. 716. Tab. XII. Lalande von den Sonnenuhren der Alten. Leipz. 1778.

2 DELAMBRE Notice d'un cadran trouvé à Delos.

3 MONTUCLA führt Hist. I. p. 729. die meisten an. S. auch ZACH corr. astr. III. 61.

4 KÄSTNERS Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 3ten Theile. DUSEJOUR giebt eine analytische Darstellung der Theorie der Gnomonik in seinem traité analytique sur les mouvemens des corps célestes. In BIOT's traité élémentaire d'astronomie physique. Seconde Edit. ist die Gnomonik im 3ten Theile mit Additions abgehandelt. MOLLET Gnomonique analytique 1. MOLLET Gnomonique graphique Paris. 1815. HELFENZRIEDER Unterricht gute Sonnenuhren zu machen. Augsberg. 1790.

so dafs 1 Gran desselben eine Platte von 56,75 Quadratzoll
e (bei $\frac{1}{282000}$ Z. Dicke) liefert, oder einen Draht von 500
Länge. Das zusammenhängende Gold hat eine mit Metall-
verbundene röthlich gelbe Farbe, das pulverige erscheint
und matt; das Blattgold läfst das Licht mit grüner Farbe
rchfallen, das pulverige, in einer Flüfsigkeit vertheilte,
bei der Fällung verdünnten salzsauren Goldoxyds mittelst
vitriols, mit blauer. Es schmilzt bei anfangender Weifs-
itze schwieriger als Silber und Kupfer, und läfst sich nur
n höchsten Hitzgraden ein wenig verflüchtigen.

Die Oxyde des Goldes sind:

1 *Dunkelgrünes Oxyd* (198 Gold auf 8 S.) von selbst in
ll und braunschwarzes Oxyd zerfallend.

2 *Purpurrothes Oxyd*, welches sich beim Verbrennen
Goldes durch Elektricität oder hohe Temperatur erzeugt,
Glasflüssen eine rothe Farbe ertheilt und im *Goldpurpur des*
us mit Zinnoxyd verbunden vorkommt.

3 *Braunschwarzes Oxyd* (66 Gold auf 8 S.) Als ein sol-
löst sich das Gold in Salpetersalzsäure auf, und hinzuge-
s überschüssiges Kali fället dann einen Theil desselben.
s Oxyd zerfällt sowohl im Lichte, als beim Erhitzen in
und Sauerstoffgas. Es löst sich wenig in Schwefelsäure
Salpetersäure, leicht in Salzsäure, mit der es die gewöhnli-
Goldauflösung bildet, die als saures salzsaures Goldoxyd zu
chten ist. Diese ist gelb, giebt mit vielen Stoffen, wie
phor, Eisen, Kupfer, Eisenvitriol, Kleesäure, Kohle u.
einen braunen Niederschlag von metallischem Golde, mit
n, wie Zinn und Papier, einen purpurrothen von rothem
oxyd. Sie liefert beim Abdampfen zuerst gelbe Säulen von
m salzsaurem Goldoxyd, bei weiterem Erhitzen, unter Ent-
lung von Wasser und von Salzsäure, rothbraunes *Chlor-
im Maximum* (in Wasser mit rothgelber Farbe zu neutra-
salzsaurem Goldoxyd löslich) bei noch stärkerm Erhitzen un-
Verlust von $\frac{1}{3}$ des Chlors gelblichweifses *Chlorgold im Mi-
im* (welches nicht mehr im Wasser löslich ist) und endlich
r Verlust sämmtlichen Chlors, metallisches Gold.

Indem man die gewöhnliche Goldauflösung mit Ammoniak
gt, erhält man einen rothgelben Niederschlag von Goldoxyd-
noniak, oder Knallgold. Dieses verpufft durch Stofs oder
itzung, sofern sich dabei der Sauerstoff des Goldoxyds mit

dem Wasserstoff des Ammoniaks unter Feuerentwicklung verbindet, und den Stickstoff desselben, durch die Hitze beträchtend elastisch gemacht, in Gasgestalt in Freiheit setzt.

Das Gold ist ferner mit Jod, Cyan, Schwefelcyan, Phosphor und, jedoch nur sehr lose, mit Schwefel verbindbar.

Schon $\frac{1}{1000}$ Antimon, Wismuth oder Blei reicht hin, dem Golde seine Dehnbarkeit zu nehmen, auch verliert das Gold schon durch geringe Mengen der weifs und grau gefärbten Metalle seine gelbe Farbe. Die Verbindungen des Goldes mit Eisen, Nickel, Kupfer und Silber sind bei allen Verhältnissen ductil, und letztere 2 sind wegen ihrer Härte vorzüglich zu gebrauch. / Das Goldamalgama liefert Krystalle, ist leicht schmelzbar, und dient zur heifsen Vergoldung.

Gong-Gong.

Tam-Tam, chinesisch **Tschoung**; ist ein musikalisches Instrument der Chinesen aus Glockenspeise, von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{70}$ Z. Dicke, mit Spuren der Hammerschläge auf der Oberfläche und Bronzefarbig. Der Form nach gleicht es einem Becken oder einer baskischen Trommel, ist in der Mitte stark ausgetrieben und mit etwas auswärts gebogenem Rande. Das auffallendste bei demselben ist der aufserordentlich hohe und starke Klang, wenn es mit einem Klöppel geschlagen wird, dessen Knopf mit Leder überzogen ist, und wahrscheinlich rührt dieser theils durch die Form, theils durch die Härte des anscheinend nicht gegossenen, sondern mit dem Hammer gearbeiteten Metalles, welches als äufserst hell klingendes musikalisches Instrument aus China zu uns gekommen ist. Nach Klaproth[1] besteht es aus 78 Th. Kupfer und 22 Th. Zinn, oder nach Thomson[2] aus 80,427 Th. Kupfer und 19,573 Th. Zinn von einem merkwürdig grofsen spec. Gewichte[3] = 8,953. Da diese Metallmischung ausnehmend spröde ist, so mufs man annehmen, dafs die scheinbaren Spuren der Hammerschläge auf der Aufsenseite entweder durch die Form, worin dasselbe gegossen wurde

1 Gehlen Journ. d. Chemie. IX. 409 Ann. de Chim. LII.

2 Ann. of Phil. 1813. II. p. 208.

3 Vergl. oben *Specif. Gewicht der Mischungen.*

rgebracht sind, oder dafs dieses Metallgemisch bei einer ge-
n, noch unbekannten Temperatur oder unter gewissen, bis
noch nicht allgemeiner bekannten Bedingungen weniger
le sey [1]. *M.*

Goniometer s. Krystall.

G r a d.

lus; degré; *degree.* Die Eintheilung in Grade kommt
r Physik, Astronomie, Geographie u. s. w. sehr oft vor.
wichtigsten ist die Eintheilung des Kreises in Grade, indem
ewohnt sind, einen jeden Kreisumfang in 360 Grade, den
in 60 Minuten, die Minute in 60 Secunden einzutheilen;
n setzt man diese Theilung noch auf Tertien, Quarten, Quin-
ort. Ein solcher Grad ist = 0,017453?925 des Halbmes-
indem 57 Grade 17 Min. 44 Sec. 48 Tertien 22 Quarten
uinten auf dem Umfange des Kreises dem Halbmesser bei-
genau gleich sind. Man bezeichnet die Grade mit °, die
ten mit ′ und so weiter, so dafs obige Zahl so geschrieben
le: 57°, 17′, 44″, 48‴, 22ᵛ, 29ᵛ.

Diese Angabe der Gröfse nach Graden findet auch bei den
keln statt, zu deren Mafse die Kreisbogen dienen.

Es versteht sich nun von selbst, dafs alle Kreise, die der
nom am Himmel oder auf der Erde sich denkt, eben so
theilt werden, und dafs die wahre Gröfse eines Grades von
Gröfse des Kreises, auf welchem er sich befindet, abhängt.
besondern Anwendungen hievon kommen da vor, wo von
en der Breite, Graden der Länge u. s. w. die Rede ist.

Die von den Franzosen während der Revolution eingeführ-
ntheilung des Kreises ist zwar nicht sehr in Gebrauch ge-
nen, indefs findet sie sich doch in manchen Büchern ange-
lt, und sie mufs daher hier erwähnt werden. Nach dieser
der Quadrant in 100 Theile oder Grade getheilt werden,
die Theilung des Grades in 100 Minuten u. s. w. führte
gleichmässig zu kleinern Theilen. Diese Decimaltheilung
Quadranten wurde mit den gewöhnlichen Bezeichnungen
Decimalbrüche auf den Quadranten zurückgeführt, und z. B.

---

[1] Chladni in G. LVI. 104. Vergl. Journ. des Mines 1814. Aout.

statt 5 Grade 39 Min. 97 Sec. schreibt man $\overset{Q}{0,05399}$. D[illegible] rückführung der einen Eintheilung auf die andre geschie[illegible] indem zum Beispiel 51 gewöhnl. Grade = $\frac{51}{90}$ des Q[illegible] = $\overset{Q}{0,56666}$..... sind, und man Minuten und Secun[illegible] ebenso auf den ganzen Quadranten zu beziehen braucht.

Auch in andern Fällen kommt die Eintheilung in G[illegible] vor. Gewöhnlich ist durch gewisse Bestimmungen ein [illegible] zwei festen Puncten eingeschlossener Raum gegeben, [illegible] Grade getheilt wird, und da hängt zuweilen die Wahl [illegible] zahl von Graden von unserer Willkür ab, zuweilen ist [illegible] die Natur der Sache auf irgend eine Weise gegeben. [illegible] Weise haben wir Grade des Thermometers oder der [illegible] Grade des Hygrometers oder der Feuchtigkeit u. s. w. [illegible] sen Fällen sind die Grade der Scale unter sich gleich. [illegible] Fällen könnten die Grade ungleich seyn, zum Beispiel [illegible] wir die sehr ungleichförmige Ausdehnung des Wassers [illegible] wollten, um ein Thermometer, das gleiche Grade der [illegible] Wärmeänderung anzeigte, zu erhalten.

Doch alle diese mannigfaltigen Anwendungen [illegible] am besten da, wo man ihrer bedarf, erläutern.

Gravitation.

Gravitatio; Gravitas universalis; Gravi[illegible] Pesanteur universelle; *Gravitation.* Die auf [illegible] befindlichen Körper werden durch die Schwere gegen [illegible] gezogen, und da die genauere Untersuchung der Bewe[illegible] Himmelskörper zeigt, daſs auch andere Weltkörper [illegible] Wirkung ausüben, daſs die Erde von der Sonne [illegible] wird, u. s. w. so hat man diese gegenseitige Einwi[illegible] Weltkörper auf einander *allgemeine Schwere*, *Gravi*[illegible] nannt.

Obgleich die Bemerkung, daſs die Gesetze für [illegible] gungen der Himmelskörper aus der Gravitation derselb[illegible] einander hergeleitet werden können, erst von Newton [illegible] aufgestellt und erwiesen ist, so war doch der Gedanke, [illegible] Körper eine anziehende Kraft auf einander ausüben, [illegible]

chon geäufsert worden[1]. Indefs kann man alle früheren, lich oberflächlichen Hindeutungen hierauf als unbedeutend ;ehen, und Kepler als den ersten angeben, welcher den ff der allgemeinen Schwere vollständiger festsetzte, und die endung desselben, um die Gesetze der Bewegung aufzufin- ahndete. Er sagt, die Schwere sey eine gegenseitige Af- n verwandter Körper zur Vereinigung; zwei Körper wür- wenn nichts sie hinderte, gegen einander zu fortrücken, jeder so weit als das Verhältnifs der Masse des andern for- vorrücken, so dafs, wenn nicht Erde und Mond in ihrer zurückgehalten würden, die Erde um $\frac{1}{54}$ gegen den Mond, Mond um $\frac{53}{54}$ gegen die Erde zu sich bewegen würde[2]. Er eb dem Monde die Erregung der Fluth zu, und sagte, dafs Mond das Wasser der Erde ganz an sich ziehen würde, wenn Erde aufhörte es anzuziehen. Dafs er bei diesen richtigen chten die Gesetze der Bewegung, wie sie der allgemeinen rere entsprechend seyn müssen, nicht weiter aufsuchte, läfst aus dem damals noch höchst unvollkommenen Zustande der ematischen Wissenschaften erklären.

Nach Kepler haben zwar mehrere Physiker diesen Gedan- etwas weiter verfolgt[3], aber doch die Gesetze der Gravita- nicht mathematisch zu entwickeln gesucht. Selbst von K[4] ist dieses doch nicht geschehen, obgleich er mehrere richtige Bemerkungen über diesen Gegenstand machte.

Newton entwickelte (nach Pemberton's Erzählung[5] schon ahre 1666 die Gesetze der allgemeinen Schwere genauer.

---

1 Vergl. Art. *Anziehung*. S. 324.

2 Si duo lapides in aliquo loco mundi collocarentur, propinqui m, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides coi- loco intermedio quilibet accedens ad alterum tanto intervallo a est alterius moles in comparatione. Astronomia nova *aitiolo-*, tradita commentariis de motu stellae martis; in der Einleitung.

3 Roberval in s. unter dem Titel: Aristarchi Samii de mundi mate lib. sing. Paris. 1644; herausgegebenen Buche und Fermat, der Mersenne's Zeugnifs (Harmon. universalis II. p. 12.) die Bestim- der Kraft, die auf einen innerhalb der Kugel liegenden Punct , schon richtig gefunden hat.

4 S. Art. *Anziehung*.

5 A view of Sir Isaac Newton's Philosophy. London 1728. in d. ede.

Da die Schwere sich selbst in bedeutenden Entfernungen von der Erde wirksam zeigt, so schlofs er, dafs sie sich wohl bis zum Monde erstrecken könne, und dafs man, wenn die Erde den Mond in seiner Bahn erhalte, auch annehmen dürfe, die Sonne die Planeten durch anziehende Kraft in ihren Bahnen erhalte. Die schon bekannten Gesetze für die Bewegungen der Planeten gaben aber das Resultat, dafs die Schwungkraft der Bewegung derselben den Quadraten der Abstände umgekehrt proportional sind, und dafs also die gegen den Centralpunct wirkende Kraft ebenso bestimmt seyn müsse. Es schien sich die Folgerung zu schliefsen, dafs der Mond sechzigmal so weit, als die an der Oberfläche der Erde befindlichen Körper, vom Centro der Erde entfernt, durch eine Kraft, die $= \frac{1}{3600}$ der Schwere an der Erdoberfläche ist, nur angetrieben werden müsse, und dafs er daher in 1 Minute den Raum fallend durchlaufen müsse, den ein auf der Oberfläche der Erde fallender Körper in 1 Sec. durchläuft, also 15'. Es liefs sich leicht übersehen, dafs diese Gröfse des Falles Quersinus des in einer Minute durchlaufenen Bogens, welcher beim Monde 32″ 56‴ beträgt, gleich seyn müsse, und es kam nun darauf an, die wahre Gröfse dieses Quersinus für den Halbmesser der Mondbahn zu berechnen. Hierbei aber legte NEWTON damals eine zu klein angenommene Gröfse des Halbmessers = 3430 engl. Meilen, zum Grunde, und fand diesen Quersinus nur 13½ Fufs, und dieses scheint die Veranlassung gewesen zu seyn, weshalb er die ganze Untersuchung liefs. Erst zehn Jahre später ward er durch HOOKE zu einer Untersuchung veranlafst, die ihn zu jener Betrachtung zurückführte. Er wandte jetzt bei seiner Berechnung jenen Quersinus eine richtigere Angabe für die Gröfse der Erde an, und fand ihn jenen 15½ Fufs gleich, welche dem angenommenen Gesetze des Falles entsprechen. NEWTON stellte nun allgemeine Untersuchungen an, wie sich ein Körper bewegen müsse, der gegen einen Punct angezogen wird, und fand erstlich, dafs nach jedem Gesetze der mit der Entfernung veränderlichen Centralkraft, die um den anziehenden Punct beschriebenen Sectoren den Zeiten proportional sind, und zweitens, dafs die Bahnen nothwendig Ellipsen, Parabeln oder Hyperbeln sind, wenn die anziehende Kraft dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist. Obgleich nun diese mit den *Kepler'schen Gesetzen*

immenden Folgerungen höchst befriedigend waren und die
tigkeit jener Hypothese einer allgemeinen Gravitation völ-
ewiesen, so bedurfte es doch noch der wiederholten Auf-
erungen Halley's und der Societät in London, um New-
zu dem Entschlusse zu bringen, diese wichtige Entdeckung
ändlich bekannt zu machen.

Das Werk, worin Newton die hierher gehörenden Unter-
ungen vollständig entwickelte, sind die berühmten *Princi-
philosophiae naturalis*, welche 1687 zuerst erschienen.
es Buch ist zwar ganz in geometrischer Darstellung geschrie-
, aber man glaubt dennoch oft gewahr zu werden, dafs
ton durch seine grofsen Entdeckungen in der Analysis ge-
t, die Theoreme analytisch gefunden haben mag, da er oft,
ie zu beweisen, sehr künstliche Constructionen anwendet,
enen eine nicht so schwierige analytische Betrachtung den
zeigt. Er handelt im ersten Buche die allgemeinen Ge-
der Bewegung sehr vollständig ab, nachdem er eine Dar-
ung des *methodus rationum primarum et ultimarum* voran-
hickt hat; hier begnügt er sich in Beziehung auf Anziehung
t, das wahre Gesetz der Gravitation allein zu betrachten,
ern er theilt auch Untersuchungen über die Kräfte mit, wel-
wirken müfsten, damit der angezogne Punct gegebene Cur-
durchlaufen könne, und über die Curven, welche er
laufen werde, wenn ein Gesetz der Kräfte gegeben
und diese Untersuchungen veranlafsten ihn, auch neue
elegant dargestellte geometrische Sätze, besonders die
lschnitte betreffend, mitzutheilen. Die Bewegung auf
enen krummen Flächen, die Bewegung der Pendel, die
gung der Apsiden einer wenig vom Kreise abweichen-
Planetenbahn, die Bestimmung der Bewegung in dem Fal-
wo drei Körper anziehend auf einander wirken, kommt
nfalls hier vor; auch das Problem von der Attraction einer
l auf einen innerhalb oder aufserhalb liegenden Punct, (wo-
nachher mehr gesagt werden soll), ist aufgelöst, und die
sung ähnlicher Probleme für andere Fälle angegeben. End-
wird noch von der Bewegung kleiner Körper, die gegen
Theilchen grofser Körper angezogen werden, gehandelt,
lie Anwendung auf die Brechung des Lichtes gezeigt. Das
e Buch untersucht zuerst die Gesetze der Bewegung, wenn
on der Geschwindigkeit abhängiger Widerstand statt findet,

und handelt dann die Lehren vom Gleichgewichte und der Bewegung flüssiger Körper ab. Hier kommt, unter andern schwierigen Problemen, die Newton mit dem größten Scharfsinne auflöst, auch schon die Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles vor, zwar auf eine nicht so klare Weise, als das Ganze dargestellt, aber doch richtig gefunden. Das dritte Buch handelt die Anwendung auf die im Sonnensysteme vorkommenden Bewegungen. Die gegenseitige Anziehung wird hier als den Massen direct und als den Quadraten der Entfernungen umgekehrt proportional vorausgesetzt, und daraus werden die einzelnen Bestimmungen hergeleitet. Namentlich werden die elliptischen Bewegungen der Planeten, die sphäroidische Gestalt der Erde, die Schwingungszeiten gleicher Pendel unter verschiedenen Breiten, das Rückgehen der Nachtgleichen, die Ungleichheiten der Bewegung des Mondes, die Ebbe und Fluth, die Bewegung der Knoten der Mondbahn, die Figur des Mondes, genau bestimmt. Newton zeigt dann, wie man, nachdem die Bewegung der Kometen, als den Gesetzen der Gravitation folgend, angenommen sey, die wahre Bahn eines beobachteten Kometen finden könne. — Dieses mag hinreichen, um die Reichhaltigkeit dieses Buches, dessen Studium für alle Zeiten wichtig bleiben wird, anzudeuten, und einigermaßen zu zeigen, welche Bewunderung der Mann verdient, der ein solches, fast auf jeder Seite Neues und Wichtiges lehrendes Buch zu schreiben im Stande war.

Nach Newton haben die Mathematiker und Physiker nichts weiter thun können, als seine Grundsätze auf die Erscheinungen anwenden, welche die Astronomie darbietet; und durch dieser vollkommener durchgeführten Anwendung sind die Resultate genau mit den Beobachtungen übereinstimmenden Resultaten vorgegangen, welche unsere jetzigen astronomischen Rechnungen darbieten. Als Männer, die hierin vieles und etwas das Ganze gehendes geleistet haben, verdienen wohl vorzüglich Halley, Maclaurin, Euler, (welcher freilich die allgemeine Schwere als eine *facultas occulta* nicht recht gehen lassen wollte, aber doch in seinen Rechnungen, sobald von Grundprincip nicht mehr die Rede war, nach den Newton'schen Grundsetzen rechnete,) d'Alembert, Clairaut, Lagrange, und vor allem Laplace genannt zu werden; der letztere deswegen vorzugsweise, weil er nicht blofs, wie die übrigen

endungen des Princips der allgemeinen Gravitation ver-
t, erweitert und berichtigt hat, sondern zugleich uns in
r Mécanique céleste ein schönes Lehrgebäude alles dessen,
bis jetzt aus diesen Gesetzen der allgemeinen Schwere her-
et ist, gegeben hat. Sein in rein analytischer Darstellung
führtes Werk wird wohl ohne Zweifel für alle Zeiten ei-
vorzüglichen Werth behalten. Diejenigen Mathematiker,
ch um einzelne Anwendungen Verdienste erworben haben,
da, wo von diesen Anwendungen die Rede ist, genannt
en.

Die Gesetze der allgemeinen Schwere haben sich bis jetzt
it durchaus ausreichend zur Erklärung aller Erscheinungen
gt, welche die beobachtende Astronomie uns kennen lehrt.
Bemerkung von Encke, dafs man vielleicht bei den Kome-
f einen Widerstand Rücksicht nehmen müsse, kann nicht
n Einwurf hiergegen gelten; wohl aber kann es seyn, dafs
esetz, die Attraction sey der Masse proportional, noch eine
ränkung leidet. Nach Newton's Ansicht hat die Beschaf-
t der Materie, woraus ein Körper besteht, keinen Einfluſs
e Attraction, (die sich eben dadurch, wie Newton sagt,
er magnetischen Kraft unterscheidet) [1] und wir bestimmen
das Verhältnifs der Massen der Planeten nach der Stärke
traction, welche sie auf einander ausüben; es könnte aber
seyn, dafs die Stärke der Einwirkung desselben Planeten
en zweiten, die Masse des erstern anders angäbe, als die
kung eben desselben auf einen dritten sie giebt, und dann
n wir allerdings eine nicht blofs von der Menge der ma-
n Theilchen abhängende Gröfse der Attraction zugestehn
n.

b die Anziehung in die Ferne eine Grundeigenschaft der
e sey, untersuche ich hier nicht, da im Art. *Anziehung* [2]
das Nöthige angeführt ist. Unter den auf andre Voraus-
gen geführten Erklärungen der Erscheinungen, dafs die
en Körper gegen die Erde, die Planeten gegen die Sonne
n ein Bestreben zeigen, hat die Hypothese des Descar-

---

[1] Princ. ph. nat. Lib. III. Prop. 6. 7.
[2] Th. I. S. 324.

TES [1] eine Zeit lang am meisten Beifall gefunden und
HUYGENS verbessert vorgetragen worden. Da sie gewi
der Natur angemessen ist, so widme ich ihr nur einige Zei
Wenn eine flüssige Masse in Kreisbewegung gesetzt wird,
es befinden sich Theilchen in derselben, die dieser Bew
nicht ganz so schnell folgen können, so gehen diese, v
einer Centripetalkraft getrieben, gegen den Mittelpunct de
wegung zu. Die schnellern Theilchen erhalten nämlich
Schwungkraft und drängen jene minder schnellen Theilch
gen den Mittelpunct, um selbst den Platz derselben einzu
men. HUYGENS erläuterte dieses durch ein Experiment
Wasser, in welchem sich schwerere Theilchen befanden,
zwar mit fortriſs, so lange die schweren Theilchen sich
ganz damit gemischt erhielten; aber sobald diese am Boden
was von ihrer Geschwindigkeit verloren, fingen sie an,
der Mitte zu sammeln, als ob sie von einer Schwerkraft
die Mitte getrieben wurden. So ungefähr läſst sich
aus Cartesianischen Wirbeln die Schwere und das Bestre
gen den Mittelpunct erklären; aber daſs kein ähnlicher Wir
welcher den Bewegungen der in ungleichen Zeiten um die
gehenden Planeten gemäſs wäre, welcher den die Erde
tenden Mond darstellte, u. s. w. möglich seyn würde
leicht [2].

Unter den neuern Physikern, welche die Gravitation
die Bewegung einer feinen Materie erklären, hat LE SAGE
den Beifall, welchen DE LÜC seinem Systeme schenkte,
Celebrität erlangt. LE SAGE nahm ein feines Fluidum an,
ches von allen Puncten her nach allen Puncten zu strömt
ein Körper das Zuströmen dieser Materie von einer Seite
hält, bringt der Stoſs dieser Materie von der andern Seite
Anschein einer Anziehung hervor. DE LÜC glaubt, diese
rung durch *bestimmte Ursachen* sey der Natur gemäſs
wenn man den Körpern, *da, wo sie nicht sind*, Wirkung

1 Princip. philos. Lib. IV. propos. 19. sq. Nach seiner Lehre haben die singulae partes materiae coelestis eine Kraft, sich von der Erde zu entfernen; sie können aber ihre Wirkung nur zeigen, wenn sie irdische Theilchen unter sich herabdrücken, und ihren Platz einnehmen.

2 Die hier anzuführenden Schriften können im Art. Attraction nachgesehen werden.

e. Dafs man aber hier eine unaufhörliche, von allen Puncten nach allen Puncten hin gehende Bewegung, ohne eine Ursa- derselben anzugeben, voraussetzt, ist gewifs eben so dunkel jene Anziehungskraft selbst [1]. — Was neuere Schriftstel- Allix und andere angegeben haben, führt eben so wenig zu em bessern Systeme und verdient gar keiner Beachtung.

ıtwickelung einiger aus der Theorie der allgemeinen Schwere fliefsender Lehrsätze.

1. Zuerst mag hier [2] die Berechnung stehn, welche die Ue- zeugung gewährt, dafs eben die Anziehungskraft, welche wir der Erde Kraft der Schwere nennen, auch auf den Mond kt.

Unter demjenigen Parallelkreise, wo das Quadrat des Si- der Breite $= \frac{1}{4}$ ist, fallen die Körper in 1 Sec. durch 15,07443 Fufs, und man nimmt am besten diesen Punct, weil da die ractionskraft der Erde an der Oberfläche sehr nahe der Masse Erde, dividirt mit dem Quadrate des Abstandes vom Schwer- ıcte, gleich ist: aber wegen der Rotation der Erde mufs man r $\frac{1}{289}$ zulegen, weil die wahre Schwerkraft um $\frac{2}{3}$ der Centri- alkraft oder um $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{289}$ der Schwerkraft gröfser ist, als der bachtete Fall der Körper sie anzeigt; der Fallraum auf der enden Erde würde also hier seyn = 15,10958 Par. Fufs. Ist ıun gegründet, dafs die Schwere nach dem umgekehrten Ver- ıtnisse des Quadrats der Abstände vermindert, auf den Mond kt, so sollte, wenn x die Mondparallaxe ist, $x^2 \cdot 15{,}10958$ Fallhöhe des Mondes seyn. Diese ist jedoch aus zwei Grün- zu corrigiren. Sie ist nämlich erstlich in dem Verhältnifs ser, als die Summe der Masse von Erde und Mond gröfser, die Masse der Erde ist, also im Verhältnifs 76 : 75 und sie ist ıitens um $\frac{1}{289}$ kleiner, weil die Einwirkung der Sonne um viel im Mittel die Wirkung der Erde vermindert, so also wird Fallhöhe des Mondes $= \frac{76}{75} \cdot \frac{288}{289}\, x^2\, 15{,}10958 = x^2\, 15{,}26827$. Erdhalbmesser ist in jener geographischen Breite = 19608190

---

1 De Lüc neue Ideen über Meteorologie, S. 109.

2 Nach den von Laplace gegebenen Zahlenbestimmungen, wo aber die Mondmasse $= \frac{1}{75}$ setze; vgl. Méc. cél. Liv. II. Chap. I.

Par. Fuſs, und der Abstand des Mondes $= \frac{19608190}{x}$, und d
der Mond in 2360591,″4 um die Erde läuft, so ist sein Bo
$= \frac{2n\ 19608190}{x\ 2360591{,}4}$, und dessen Quersinus $= \frac{1}{2} \cdot \frac{4n^2}{(2360591{,}4)^2}$
$\times \frac{19608190}{x} = \frac{0{,}000069458}{x}$. Dieses soll $= x^2 . 15{,}26827 . s$
$x^3 = \frac{0{,}000069458}{15{,}26827}$ seyn, also $x = 0{,}0165695 = 56'\ 5$
So groſs müſste die Mondparallaxe seyn, wenn das Gesetz d
Abnahme der Schwere und die Gröſse des Fallraums auf der E
genau dem Fallraume des Mondes entsprechen sollte; aber
Beobachtungen geben für jenen Radius der Erde die Par
$= 56'\ 55,''2$, welches so nahe mit jener Zahl übereinstim
man bei der doch immer noch nicht ganz absolut genau
stimmung des Werthes der hier zum Grunde gelegten L
erwarten kann [1].

2. Die Frage, wie ein nach dem Gesetze der allg
Schwere angezogener, gegen den anziehenden Mittelpu
fallender Körper sich bewegt, ist im Art. *Fall* [2] beant
Die verwandte Frage, wie ein zwischen zwei anziehend
ten befindlicher Punct sich gegen den stärker anziehe
bewegt, läſst sich auch leicht auflösen. Es sey der A
zweier anziehender Puncte von einander $= a$, der Abst
angezogenen Körpers von dem ersten $= s$, die Masse des
$= M'$, des zweiten $= M''$. Ist nun für den zweiten
Entfernung $= R$ die Gröſse des Fallraumes in 1 Sec. =
ist die Kraft, welche den von jenem gegen diesen fortg
Körper beschleunigt $= \frac{R^2}{(a-s)^2} - \frac{R^2 M'}{M'' s^2}$, wenn die a
hende Kraft des zweiten in der Entfernung $R = 1$ gese
Es ist also, wenn der Körper sich gegen den zweiten
den Punct zu bewegt,

$$dv = 2g R^2 dt \left\{ \frac{1}{(a-s)^2} - \frac{M'}{M'' s^2} \right\}$$

---

1 Laplace nimmt die Masse des Mondes $= \frac{1}{71,7}$ und e
56′ 53″,7, so daſs da fast eben so viel zu wenig, als hier zu
aus kömmt.

2 S. 10.

$$2vdv = 4gR^2\,ds\left\{\frac{1}{(a-s)^2} - \frac{M'}{M''s^2}\right\}$$

$$v^2 = \text{Const} + 4gR^2\left\{\frac{1}{a-s} + \frac{M'}{M''s}\right\}$$

wenn $v = o$ war für $s = b$,

$$v^2 - c^2 = 4gR^2\left\{\frac{s-b}{(a-b)(a-s)} - \frac{(s-b)M'}{M''bs}\right\}.$$

Werth von dv zeigt, dafs da, wo $\frac{s}{a-s} = \gamma\frac{M'}{M''}$ ist, gar Beschleunigung statt findet, und man kann daher fragen, rofs mufs c seyn, damit an dieser Stelle $v = 0$ werde. Die hung $v^2 - c^2$ giebt, dafs dann

$$c^2 = 4gR^2(s-b)\left\{\frac{M'}{M''bs} - \frac{1}{(a-b)(a-s)}\right\}$$

$$c^2 = 4gR^2\frac{(s-b)}{a-s}\left\{\frac{1}{b}\gamma\frac{M'}{M''} - \frac{1}{a-b}\right\}$$

eht.

Wenn ein Körper von der Oberfläche des Mondes gerade die Erde geworfen würde, so wäre b der Halbmesser des les, nahe genug $b = \frac{1}{110}a$, wenn a der Abstand des Mon- von der Erde ist; M' könnte nahe genug um bequem die el auszuziehen, $= \frac{1}{81}M''$ gesetzt werden, und für jenen gleicher vorwärts und zurückzuziehender Kraft wäre

$$s = (a-s)\gamma\frac{1}{64} = \frac{a-s}{8},$$

$= \frac{1}{9}a$, also

$$c^2 = 4gR^2\frac{201}{8.210\,a}\left\{\frac{210}{8} - \frac{210}{209}\right\}$$

$$c^2 = 4gR^2\frac{201}{8}\frac{201}{8.209\,a}$$

$$c = R\frac{201}{8}\sqrt{\frac{4g}{209\,a}} =$$

wenn $g = 15$; $a = 60R = 60{,}19614600$ ist, so wäre c $\frac{201}{8}$ R. $0{,}000015618 = 0{,}0003924$ R $= 7696$ Fufs. Mit r Geschwindigkeit müfste auf dem ruhenden Monde ein er geworfen werden, um jenen Punct zu erreichen, und

wenn seine Geschwindigkeit gröſser wäre, so würde er nicht mehr zum Monde zurückfallen, sondern auf die Erde gelangen. Diese Geschwindigkeit ergiebt sich etwas anders, wenn der Mond in der Erdnähe, als wenn er in der Erdferne ist, und jene Bestimmungen sind also genügend, wenn gleich die Massen, Entfernungen, der Bequemlichkeit der Rechnung wegen, als ganzen Zahlen angenommen sind. Eine Gleichung zwischen x und t zu suchen, wäre ohne Nutzen, da uns der Fall, eine solche Bewegung zu berechnen, nicht leicht vorkommt, und die Frage, ob allenfalls ein Körper vom Monde zu uns herüber geworfen werden könne, (die einzige, zu deren Beantwortung man dieses Problem angewandt hat) aus dem Vorigen beantwortet werden kann. Indefs ist bei dieser Frage noch zu beachten, daſs Mond und Erde nicht im Weltraume ruhn, und jener von dem ab geworfene Körper also schon die Bewegung besitzt, mit welcher der Mond um die Erde läuft; ein Umstand, welcher die Berechnung der Bewegung eines vom Monde gegen die Erde geworfenen Körpers ungemein erschwert.

3. Die allgemeine Frage, wie ein Körper sich bewege, wenn zwei anziehende Kräfte von verschiedenen Mittelpuncten auf ihn wirken, bietet sehr viele Schwierigkeiten dar. Lasse die Differentialformeln nur für einen leichtern Fall anwenden, liege die Richtung der Bewegung in eben der Ebene, in welcher die drei Puncte sich befinden, und x, y, mögen des bewegten Punctes, x′, y′; x″, y″, der anziehenden Puncte Coordinaten seyn; dann übt die erste Masse = m′ auf die Masse 1, eine durch $\frac{m'}{(x'-x)^2+(y'-y)^2}$ ausgedrückte Anziehung aus, wo natürlich der Nenner das Quadrat des Abstandes beider Puncte von einander ist; und diese Anziehung giebt mit x parallel

$$\frac{m'\,(x'-x)}{r\,[(x'-x)^2+(y'-y)^2]^3}$$

mit y parallel $\frac{m'\,(y'-y)}{r\,[(x'-x)^2+(y'-y)^2]^3}$

und diese beiden Ausdrücke lassen sich in

$$\frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda'}{dx}\right) \text{ und } \frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda'}{dy}\right)$$

umgestalten, wenn $\lambda' = \frac{m\,m'}{r\,[(x'-x)^2+(y'-y)^2]}$ ist. Auf eine ähnliche Weise erhielte man, wenn

$\frac{m.m''}{r[(x''-x)^2+(y''-y)^2]}$ ist, die Wirkungen, die aus
nziehung des zweiten Punctes entspringen

$$= \frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda''}{dx}\right), \text{ und} = \frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda''}{dy}\right).$$

Wirkungen der Körper m', m'' auf einander lassen sich eben
rch eine ähnliche Gröfse λ''' ausdrücken. Versteht man
nter λ die Summe der vorhin durch λ', λ'', λ''' angedeu-
Gröfse, so ist

$$\frac{m\,m'}{r[(x'-x)^2+(y'-y)^2]} + \frac{m\,m''}{r[(x''-x)^2+(y''-y)^2]}$$
$$+ \frac{m'\,m''}{r[(x''-x')^2+(y''-y')^2]};$$

$$\text{und } \left(\frac{d\lambda}{dx}\right) = \frac{m\,m'(x'-x)}{[(x'-x)^2+(y'-y)^2]^{\frac{1}{2}}}$$
$$\frac{m\,m''(x''-x)}{(x''-x)^2+(y''-y)^2]^{\frac{1}{2}}} + \frac{m'\,m''(x''-x')}{[(x''-x')^2+(y''-y')^2]^{\frac{1}{2}}}$$

den Bewegungsgesetzen läfst sich nun leicht übersehen,

$\frac{x}{t}$ die nach der Richtung der x zerlegte Geschwindigkeit

örpers m, und $\frac{d^2x}{dt}$ die Zunahme dieser Geschwindigkeit

ese aber ist $= \frac{1}{m}\left(\frac{d\lambda}{dx}\right).dt$, nämlich der beschleunigen-
raft und dem Differentiale der Zeit proportional. So er-
an also für den einen Körper

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dx}\right); \text{ und } m\frac{d^2y}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dy}\right);$$

a auch die anziehenden Körper eben so gut beweglich
o werden auch sie zur Bewegung angetrieben, wo dann

$$m'\frac{d^2x'}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dx'}\right); \quad m'\frac{d^2y'}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dy'}\right),$$

$$m''\frac{d^2x''}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dx''}\right); \quad m''\frac{d^2y''}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dy''}\right).$$

ce leitet hieraus folgende weitere Bestimmungen ab: da
mme $\left(\frac{d\lambda}{dx}\right) + \left(\frac{d\lambda}{dx'}\right) + \left(\frac{d\lambda}{dx''}\right) = 0$ ist, wovon man
im Differentiiren sogleich überzeugt, so ist

$$m\,d^2x + m'\,d^2x' + m''\,d^2x'' = 0,$$

und eben so $m\,d^2y + m'\,d^2y' + m''\,d^2y'' = 0$

diese beiden Gleichungen enthalten das Theorem, dass d Schwerpunct der drei Körper durch die gegenseitige Anzi keine Aenderung seiner Bewegung leidet, sondern sich förmig und nach gerader Richtung fortbewegt. Es ist ma bekannt, dass die Gleichungen für beide Coordinaten des Sch punctes sind,

$$\frac{mx + m'x' + m''x''}{m + m' + m''} = X,$$

$$\frac{my + m'y' + m''y''}{m + m' + m''} = Y;$$

da nun jene beiden Gleichungen geben

$$\frac{d^2X}{dt} = 0; \quad \frac{d^2Y}{dt} = 0,$$

so ist $\frac{dX}{dt} = \text{Const}, \quad \frac{dY}{dt} = \text{Const}$, also die Geschwindi und Richtung des Schwerpunctes unveränderlich.

Die Gleichungen $\frac{d^2x}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dx}\right)$, jede mit dem entgegen $-y$ multiplicirt, und die Gleichungen $\frac{d^2y}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dy}\right)$, jede mit dem zugehörigen $+x$ mult. und alle addirt, geben

$$0 = \frac{m(x\,d^2y - y\,d^2x)}{dt^2} + \frac{m'(x'\,d^2y' - y'\,d^2x')}{dt^2} + \frac{m''(x''\,d^2y'' - y''\,d^2x'')}{dt^2}$$

$$+ y\left(\frac{d\lambda}{dx}\right) + y'\left(\frac{d\lambda}{dx'}\right) + y''\left(\frac{d\lambda}{dx''}\right),$$

$$- x\left(\frac{d\lambda}{dy}\right) - x'\left(\frac{d\lambda}{dy'}\right) - x''\left(\frac{d\lambda}{dy''}\right)$$

und da aus dem Werthe von λ leicht folgt, dass

$$y\left(\frac{d\lambda}{dy}\right) + y'\left(\frac{d\lambda}{dx'}\right) + y''\left(\frac{d\lambda}{dx''}\right)$$

$$= x\left(\frac{d\lambda}{dx}\right) + x'\left(\frac{d\lambda}{dy'}\right) + x''\left(\frac{d\lambda}{dy''}\right),$$

so ist $0 = \frac{m(x\,d^2y - y\,d^2x)}{dt^2} + \frac{m'(x'\,d^2y' - y'\,d^2x')}{dt^2}$

$$+ \frac{m''(x''\,d^2y'' - y''\,d^2x'')}{dt^2};$$

das Integral

$$\text{const} = \frac{m\,(x\,dy - y\,dx)}{dt} + \frac{m'\,(x'\,dy' - y'\,dx')}{dt} + \frac{m''\,(x''\,dy'' - y''\,dx'')}{dt};$$

eifst, wenn man die Winkelfläche, welche der vom Anpuncte der Coordinaten nach dem Puncte m gezogne Radiusvector in der Zeit dt beschreibt, mit m multiplicirt und so auch für die übrigen Puncte verfährt, so ist die Summe dieser Producte der Zeit dt proportional; also in einer gröZeit ist diese Summe der Zeit proportional[1]. — Hierbei ist Anfangspunct der Coordinaten willkürlich, und wenn man der anziehenden Puncte selbst als Anfangspunct annähme, ade man in jedem Zeittheilchen die Summen in Beziehung in der Zeit proportional.

Endlich läfst sich noch ein Integral aus den obigen Gleigen erhalten, indem

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dx}\right);\quad m\frac{d^2y}{dt^2} = \left(\frac{d\lambda}{dy}\right)$$

also

$$\frac{dx\,d^2x}{dt^2} + \frac{m\,dy\,d^2y}{dt^2} = dx\left(\frac{d\lambda}{dx}\right) + dy\left(\frac{d\lambda}{dy}\right);$$

$$\frac{dx'\,d^2x'}{dt^2} + \frac{m'\,dy'\,d^2y'}{dt^2} = dx'\left(\frac{d\lambda}{dx'}\right) + dy'\left(\frac{d\lambda}{dy'}\right);$$

$$\frac{dx''\,d^2x''}{dt^2} + m''\frac{dy''\,d^2y''}{dt^2} = dx''\left(\frac{d\lambda}{dx''}\right) + dy''\left(\frac{d\lambda}{dy''}\right);$$

amme der letzten Theile dieser Gleichungen ist $= d\lambda$, und steren geben integrirt

$$\tfrac{1}{2}\,m\left(\frac{dx^2 + dy^2}{dt^2}\right) + \tfrac{1}{2}\,m'\left(\frac{dx'^2 + dy'^2}{dt^2}\right) + \tfrac{1}{2}\,m''\left(\frac{dx''^2 + dy''^2}{dt^2}\right)$$

es also $= \lambda +$ Const. ist. Das hierin enthaltene Gesetz der

---

Dafs $x\,dy - y\,dx$ gleich dem doppelt genommenen Differenler Winkelfläche ist, erhellt so: Es sey $AB = x$, $BC = y$, BD , $EF = dy$, so ist die Fläche $CAF = ABC + BCED + CEF$ Fig. 285. $D = xy + y\,dx + \tfrac{1}{2}\,dx\,dy - \tfrac{1}{2}(x + dx)(y + dy)$ oder mit assung der Glieder zweiter Ordnung $= \tfrac{1}{2}(y\,dx - x\,dy)$.

lebendigen Kräfte drückt Laplace so aus[1]: die Summe der lebendigen Kräfte, das ist der Producte aus dem Quadrate der Geschwindigkeit jedes Punctes in seine Masse, ist erstlich unveränderlich, wenn keine anziehende Kräfte auf das System der Puncten wirken, oder $\lambda = 0$ ist, und zweitens ist die Summe der Vermehrungen der lebendigen Kräfte, wenn anziehende Kräfte wirken, gleich grofs, was auch immer für krumme Linien jeder dieser Körper beschrieben haben mag, wofern nur die Abgangs- und Ankunftspuncte dieselben sind. —

Dafs hier erstlich $\frac{dx^2 + dy^2}{dt^2}$ gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit der Masse m sey, ist klar genug, und zuvor mufs ja das Integral so genommen werden, dafs es verschwinde, wenn wir die Körper alle in die Puncte, wo wir ihre Bewegung zu betrachten anfangen, (ihre Abgangspuncte) versetzen, dafs es seinen vollen Werth erhält, wenn wir die Körper in die Puncte, wo sie am Ende der zu betrachtenden Bewegung ankommen, (die Ankunftspuncte) versetzen; und indem wir diese Werthe von λ bezeichnen, so hängt offenbar der ganze Werth jener Summe von Producten gar nicht von denjenigen Werthen ab, welche λ zwischen jenen Endpuncten annehmen mag, oder nicht von den Curven, welche irgend einer der Körper zwischen jenen Puncten durchläuft.

Diese Betrachtung der gegenseitigen Anziehung dreier Körper wird in unserm Sonnensysteme dadurch sehr erleichtert, da die Einwirkung *eines* Hauptkörpers so vorwaltend ist, dafs sie die Hauptumstände der Bewegung der von ihm angezogenen Körper bestimmen kann, ohne auf die übrigen schwach einwirkenden Körper Rücksicht zu nehmen, indem die Einwirkung dieser nur kleine Correctionen hervorbringt. Giebt es solche Systeme, wie die Systeme der Doppelsterne zu seyn scheinen[2], wo zwei ziemlich gleiche Körper sich anziehen, so müssen die allgemeine Betrachtung durchgeführt werden, um die Gesetze der Bewegung eines jeden Körpers dieses Systems zu bestimmen, und Herschel's Folgerungen möchten wohl hier nicht ausreichen.

In jenen Gleichungen ist aber auch der leichtere Fall

1 Méc. cél. Livre I. §. 19.

2 Herschel's Schriften. 1 Th. S. 183.

zwei einander anziehende Körper da sind, mit enthalten. imlich $m'' = 0$, so sollte

$$c = \frac{m\,(x\,dy - y\,dx)}{dt} + \frac{m'\,(x'\,dy' - y'\,dx')}{dt}$$

und wenn man hier die Coordinaten von der jedesmaligen des einen anziehenden Punctes rechnet, so als ob dieser ester Punct wäre, so würde $dx' = dy' = 0$, und $\frac{c\,dt}{m}$ $dy - y\,dx$, gleich dem doppelten um jenen festen Punct riebenen Sector in der Zeit dt. Statt $\frac{c}{m}$ will ich C^2 setzen.

statt den einen anziehenden Punct als ruhend anzusehen, genauer, den Schwerpunct beider als ruhend anzunehmen. von ihm an die Coordinaten zu rechnen. Will man das

so muſs $X = \frac{mx + m'x'}{m + m'} = 0$,

$$Y = \frac{my + m'y'}{m + m'} = 0, \text{ seyn,}$$

also $x' = -\frac{m}{m'}x$; $y' = -\frac{m}{m'}y$

und $m'\,(x'\,dy' - y'\,dx') = \frac{m^2}{m'}\,(x\,dy - y\,dx)$,

also $\frac{c}{m}\,dt = \frac{m' + m}{m'}\,(x\,dy - y\,dx)$,

ie um den Schwerpunct beschriebene doppelte Sectorfläche $\frac{m'}{+ m}$ derjenigen Fläche, die um den einen Punct be- ben würde, wenn man die Masse des andern Punctes oder rs als $= 0$ ansähe.

Venn wir diese anzubringende Correction, die für die eit der Planetenmassen unbedeutend ist, uns für die Folge ken, so reicht es hin, die Bewegungen so zu bestimmen, x' und y' immer $= 0$ wären und x, y, von dem mächtig ende Puncte an gerechnet würden. Dann ist zugleich

$= x\,dy - y\,dx$ und $\lambda + \text{Const} = \frac{m\,m'}{r\,(x^2 + y^2)} + \text{Const}$

$\frac{(dx^2 + dy^2)}{dt^2}$. Es sey $\frac{\text{Const}}{m} = D$; $x^2 + y^2 = \varrho^2$

Cos. φ; $y = \varrho$ Sin. φ; $dx^2 + dy^2 = d\varrho^2 + \varrho^2\,d\varphi^2$, also

$$m' dt^2 + D dt^3 \varrho = \tfrac{1}{2}\varrho (d\varrho^2 + \varrho^2 d\varphi^2),$$

aber dt war $= \frac{x\,dy - y\,dx}{C^2}$, $= \frac{\varrho^2 d\varphi}{C^2}$,

$$\text{also } \frac{m' \varrho^3 d\varphi^2}{C^4} + \frac{D \varrho^4 d\varphi^2}{C^4} = \tfrac{1}{2} d\varrho^2 + \tfrac{1}{2}\varrho^2 d\varphi^2$$

$$\text{oder } d\varphi = \frac{C^2 d\varrho}{\varrho \sqrt{[-C^4 + 2m'\varrho + 2D\varrho^2]}}.$$

Diese Gleichung ist völlig übereinstimmend mit der in [illegible] *Centralkräfte*[1] gefunden, und die Bahn ein Kegelschnitt [illegible] Parameter $= \frac{2C^4}{m'}$ und halbe Axe $= \frac{m'}{2D}$ ist. Hier ist [illegible] gativ (und wie die Vergleichung mit dem Artikel *Centr.* zeigt, die Curve eine Ellipse) wenn die Geschwindigkeit [illegible] bewegten Körpers kleiner, als $\sqrt{\frac{2m'}{\varrho}}$, ist; — doch die we[illegible] ren Erörterungen darüber sind schon an dem angeführ[illegible] gegeben.

4. Ein anderes von der Theorie der Gravitation [illegible] des Problem ist die Bestimmung der von einem ganz [illegible] ausgeübten Attraction, wenn die Gestalt derselben [illegible] Ich will mich hier auf die Bestimmung der Attraction [illegible] gel und eines Ellipsoides beschränken, da nur diese [illegible] wendung im Sonnensysteme findet.

Wenn im Allgemeinen des angezogenen Punctes Co[illegible] ten a, b, c sind, die Coordinaten eines anziehenden Th[illegible] aber x, y, z, und dieses Theilchens Masse $= dM = dx$ [illegible] so wird die von diesem Theilchen ausgeübte gesammte [illegible] durch $\frac{dx\,dy\,dz}{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2}$ ausgedrückt. Um den leichtesten Fall zu betrachten, sey eine Kugelschi[illegible] Halbmesser $= r$ und der Dicke $= dr$ der anziehend[illegible] Der angezogene Punct liegt hier allemal auf einem R[illegible] Kugel oder auf dessen Verlängerung, und diesen Radius [illegible] als Axe der Kugel, den darauf senkrechten grössten [illegible] Aequator ansehen, um die Lage des anziehenden Th[illegible] dM durch seine Breite $= 90° - \vartheta$ und Länge $= \eta$ anzuge[illegible] ist offenbar das Differential der Kugelfläche $= r^2 d\vartheta$. Su[illegible]

---

1 S. Th. II. S. 71.

$= r^2 \, d\vartheta . d\eta . dr . \text{Sin. } \vartheta$. Der Abstand dieses
ns vom angezognen Puncte ist $= \gamma (r^2 - 2ar \text{ Cos. } \vartheta$
und die ganze Attraction dieses Theilchens auf den
nen Punct $= \frac{r^2 \, d\vartheta . d\eta . dr . \text{Sin } \vartheta}{(r^2 - 2ar \text{ Cos } \vartheta + a^2)}$,

st aber offenbar, dafs die auf jene Axe senkrechte At-
ich, wenn man sie für die ganze Kugel sucht, zerstört,
r nur die mit der Axe parallele Attraction in Betrach-
mt; diese wird gefunden, wenn man jene Attraction
Cosinus desjenigen Winkels multiplicirt, welchen die
dem anziehenden und angezognen Puncte gezogne Li-
er Axe macht, und dieser Cosinus ist

$$= + \frac{a - r \text{ Cos. } \vartheta}{\gamma (r^2 - 2ar \text{ Cos. } \vartheta . + a^2)},$$

zerlegte Attraction

$$+ \frac{(a - r \text{ Cos. } \vartheta) r^2 \, d\vartheta \, d\eta \, dr \text{ Sin. } \vartheta}{\gamma (r^2 - 2ar \text{ Cos. } \vartheta + a^2)^3}.$$

an diese Gleichung zuerst in Beziehung auf η integrirt,
s Integral von $\eta = 0$ bis $\eta = 2\pi$ oder für den gan-
ng des Parallelkreises nimmt, so ist das Integral

$$= \frac{2 r^2 \pi \, dr . (a - r \text{ Cos. } \vartheta) d\vartheta \text{ Sin. } \vartheta}{\gamma (r^2 - 2ar \text{ Cos. } \vartheta + a^2)^3}.$$

sdruck bleibt immer positiv, (da ϑ immer $< 180°$ ist)
röfser als r ist, statt dafs er vom Positiven ins Negati-
ht für verschiedene Werthe von ϑ, wenn $a < r$ ist,
ngezogne Punct innerhalb der Kugelschicht liegt. Um
ng auf ϑ zu integriren, sey $r^2 - 2ar \text{Cos } \vartheta + a^2 = v^2$,
$\vartheta \, d\vartheta = v \, dv$; $a - r \text{ Cos. } \vartheta = \frac{a^2 - r^2 + v^2}{2a}$, also je-
$= \frac{r}{a^2} \pi \, dr . \left(\frac{a^2 - r^2}{v^2} + 1 \right) dv$ wovon das Integral $=$
$\frac{r \pi \, dr}{a^2} \left(v - \frac{a^2 - r^2}{v} \right)$ ist. Soll dieses verschwin-
$= 0$ oder $v = r - a$, für den *innerhalb* liegenden
ist die Constans $= - \frac{2 r^2 \pi \, dr}{a^2}$, und da es für die
el also bis $\text{Cos. } \vartheta = -1$, $v = a + r$, genommen
ll, so ist es $= 0$, für den innerhalb der Kugel liegen-
und es ergiebt sich das schon von Newton gefunde-

pe Theorem, dafs die ganze Kugelschale auf den innerh... genden Punct gar keine Attraction ausübt.

Wenn der Punct aufserhalb liegt, so mufs wieder d... tegral von $\vartheta = 0$ bis $\vartheta = 180°$ genommen werden, d... aber nun von $v = a - r$ bis $v = a + r$, die Const... $= + \frac{2\,r^2\,\pi\,dr}{a^2}$, und der volle Werth des Integrals $= \frac{2\,r^2\,\pi\,dr}{a^2} + \frac{2\,r^2\,\pi\,dr}{a^2} = \frac{4\,r^2\,\pi\,dr}{a^2}$. Da der Inhalt der Kug... $4\,r^2\,\pi\,dr$ ist $= M$, so übt sie die Attraction $= \frac{M}{a^2}$ au... grofs, als wenn die ganze Masse der Kugelschicht in i... telpuncte vereinigt wäre.

Ist es nicht eine Kugelschicht allein, sondern e... Kugel, welche anziehend wirkt, so sind erstlich für d... halb liegenden Punct alle ihn aufsen umgebenden Ku... ten unwirksam, die innerhalb liegenden üben eine ... $= \int \frac{4\,r^2\,\pi\,dr}{a^2} = \frac{4}{3}\,a\,\pi$ aus, indem nämlich das I... von $r = 0$ bis $r = a$ genommen werden mufs; zwei... nen aufserhalb liegenden Punct ist die ganze A... $\frac{4\,r^3\,\pi}{3\,a^2}$, eben so grofs, als wenn die ganze Masse de... Mittelpuncte vereinigt wäre.

So lange also der angezogne Punct sich aufserha... gel befindet, ist die von der Kugel auf ihn ausgeübte ... dem Quadrate seines Abstandes vom Mittelpuncte ... proportional; befindet er sich aber innerhalb der Ku... det er eine, dem Abstande vom Centro direct proport... ziehung.

Diese Theoreme hatte schon Newton [1] gefun... durch elegante synthetische Beweise begründet; er ... schon[2] einige die Attraction des Sphäroids betreffend... me gefunden, an welche Mac-Laurin [3] die Entde... rerer Theoreme anschlofs. Später hat diese Untersu...

1 Princip. phil. Lib. I. Sect. 12.

2 ibid. Sect. 13 Propos. 91. Cor. 2. 3.

3 De causa fluxus et refluxus maris in d. Recueil des ... ont remporté les prix de l'acad. roy. Tome 4.

llipsoid angewandt, die gröfsten Analytiker, LAGRANGE [1], NDRE [2], LAPLACE [3], IVORY [4], POISSON [5], beschäftigt. Am hsten aber hat GAUSS diesen Gegenstand behandelt, dessen ellung ich, so weit sie für die Bestimmung der Attraction homogenen Ellipsoids nöthig ist, hier, nebst einigen Erungen, mittheilen will [6].

Wenn ein Körper durch eine, nicht ins Unendliche hinende Oberfläche umschlossen ist, so wird bekanntlich dieerfläche von jeder unbegrenzt fortlaufenden geraden Linie ei, oder vier oder sechs Puncte u. s. w. geschnitten. Wenn ich also jeden Punct der Oberfläche durch Coordinaten x, bestimmt denkt, und auf der mit y, z parallel gelegten eine rund um begränzte kleine Fläche $d\Sigma$ zeichnet, über aber einen Cylinder errichtet, dessen Seitenlinien mit x pasind, so schneidet diese Cylinderfläche offenbar eine geAnzahl unendlich kleiner Stückchen auf der Oberfläche des rs ab, und da die Seitenlinie des Cylinders (wenn nämne Ebene aufserhalb der krummen Fläche so liegt, dafs die krumme Fläche sich an einer und derselben Seite befindet) iten Puncte in den von der krummen Fläche umschlosseaum eindringt, im zweiten ihn wieder verläfst, u. s. w. wenn σ den Winkel zwischen der Normallinie der Flädieser Stelle und der Seitenlinie des Cylinders bedeutet, echselnd spitz und stumpf. Nennt man das durch diesen er abgeschnittene Theilchen der Fläche $= d\varsigma'$ an der ei$= d\varsigma''$ an der andern Stelle, so ist offenbar $d\Sigma$ sowohl die tion des einen, wie des andern Theilchens und $d\varsigma' \cos. \sigma'$ grofs als $d\varsigma'' \cos. \sigma''$, wenn σ', σ'' die Werthe des Winr Normallinie und der Seite des Cylinders für beide kleichenstücke sind; wegen der ungleichen Zeichen des Cost aber, wenn ich hier nur ein zweimaliges Einschneiden

---

Nouv. Mém. de l'acad. de Berlin pour l'année 1773.

Mém. presentées à l'acad. roy. des sc. Tome 10.

Mém. de l'acad. des sc. 1782. und Mécan. céleste Livre 3.

Philos. Transact for 1809.

Connois. des Tems. pour 1829.

Theoria attractionis corp. sphaeroidicorum ellipticorum homom, methodo nova tractata, auctore C. F. Gauss. 1813.

annehme, $d\varsigma' \text{ Cos. } \sigma' + d\varsigma'' \text{ Cos. } \sigma'' = 0$. Da dieses für e... solchen, den Körper durchschneidenden Cylinder gilt, s... (I.) $\int d\varsigma \text{ Cos } \sigma = 0$, wenn man dieses Integral auf die ... Oberfläche des Körpers ausdehnt.

Liegt jene Ebene, in welcher die Grundfläche unse... linders sich befand, so, dafs für sie $x = a$ ist, und ... Durchschnittspuncte mit der krummen Oberfläche des K... ist $x = x'$, $x = x''$, so ist der innerhalb des Körpe... gende Theil des Cylinders $= d\Sigma (x'' - x')$, oder da ... $- d\varsigma' \text{ Cos. } \sigma' = d\varsigma'' \text{ Cos. } \sigma''$, jener Theil $= x' d\varsigma' (\ldots$ $+ x'' d\varsigma'' \text{ Cos. } \sigma''$, folglich der Inhalt des ganzen K... $= \int x \, d\varsigma \text{ Cos. } \sigma$, wenn, dieses Integral auf die ganze Obe... bezogen wird. (II.)

Es sey nun jener Cylinder ganz mit Materie erfüll... che anziehend auf einen, durch die Coordinaten a, b, c ... stimmten Punct wirkt; irgend ein Punct des Cylinders ... die Coordinaten ξ, η, ζ, bestimmt, so dafs der Abstan... Puncte von einander $\varrho = \gamma [(a-\xi^2) + (b-\eta)^2 + (\ldots$ so ist jenes Punctes Attraction $= \frac{d\Sigma . d\xi}{\varrho^2}$, oder da, ... in demselben Cylinder bleibt, sich blofs ξ ändert, ... $(a - \xi) d\xi = -\varrho \, d\varrho$ ist, jene Attraction $= -\frac{\ldots}{\varrho}$ woraus der Ordinate x parallel die Attraction $= -\frac{d\Sigma}{\varrho}$ ... vorgeht, oder für den ganzen Cylinder, dessen Grund... ist, die mit x parallele Attraction $= + d\Sigma \left\{\frac{1}{\varrho} - (\ldots$ oder wenn r', r'' die Werthe von ϱ an den Stellen sind, ... Cylinder in die Oberfläche eindringt, der ganze Werth ... x parallelen Attraction für den mit Materie erfüllten Th... Cylinders $= \frac{d\Sigma}{r''} - \frac{d\Sigma}{r'} = \frac{d\varsigma'' \text{ Cos. } \sigma''}{r''} + \frac{d\varsigma' \text{ Cos. } \sigma'}{r'}$

Also ist wieder, wenn die Integrale sich auf die ganz... fläche des anziehenden Körpers erstrecken, diese ge... traction $= \int \frac{d\varsigma . \text{ Cos. } \sigma}{r}$ mit x parallel, (III.) und ... fände man die mit y und z parallele Attraction, wenn ... statt σ den Winkel setzte, welchen y, z, mit der Nor... der Oberfläche machen.

Man denke sich nun um den angezogenen Punct mit dem
messer $= R$ eine Kugelfläche beschrieben, und ein Ra-
derselben treffe einen Punct eines kleinen Raumes $= d\Sigma$
ieser Kugelfläche. Verlängert man diesen Radius, so trifft
Allgemeinen die Oberfläche des anziehenden Körpers ein,
fünf Male, wenn der angezogene Punct sich innerhalb des
henden Körpers befindet, und dagegen zwei, vier, sechs
u. s. w., wenn er aufserhalb liegt; der Fall, da der ange-
e Punct in des anziehenden Körpers Oberfläche liegt, ge-
zum ersten Falle, wenn der Radius sich sogleich von des
ers Oberfläche entfernt, zum zweiten Falle, wenn er gra-
er in den Körper eindringt. Werden nun von dem ange-
en Puncte aus Linien nach dem Umfange jener auf der Ku-
che umgränzten kleinen Fläche $d\Sigma$ gezogen, welche die
fläche des anziehenden Körpers schneiden, so begrenzen
auf derselben ein kleines Stück $= d\varsigma$. Denken wir uns
diesen Flächentheil, dessen Abstand von eben jenem Mit-
ncte $= r$ sey, eine Projection dieses Stückes $d\varsigma$ auf einer
lfläche, so ist sie $= d\varsigma \cos. \tau$ wenn τ der Winkel zwischen
formallinie der krummen Fläche und dem Radius der Ku-
t. Da nun $d\Sigma$, auf der Kugelfläche vom Halbmesser $=$
rch eben die konische Fläche begrenzt wird, die auf der
lfläche vom Halbmesser $= r$, das Stück $d\varsigma \cos. \tau$ begrenzt,
$d\Sigma : d\varsigma \cos. \tau = R^2 : r^2$. Schneiden also jene, das
chen $d\Sigma$ begrenzenden, Linien öfter in Entfernungen r',
" in die Oberfläche des anziehenden Körpers ein, so ist
os. $\tau' = \frac{r'^2}{R^2} d\Sigma$, $d\varsigma'' \cos. \tau'' = \frac{-r''^2 d\Sigma}{R^2}$ u. s. w.
der angezogne Punct aufserhalb liegt, weil da τ' ein spiz-
" ein stumpfer Winkel ist; liegt dagegen der angezogne
innerhalb, so ist $d\varsigma' \cos. \tau' = \frac{-r'^2 d\Sigma}{R^2}$; $d\varsigma'' \cos. \tau''$
$\frac{r''^2 d\Sigma}{R^2}$ u. s. w. wenn nämlich r' für den nächsten, r'' für
weiten Punct vom Centro an gerechnet, gilt. Liegt nun
gezogne Punct aufserhalb des anziehenden Körpers, so ist
Ellipsoid nur von zwei Puncten, wo jener Radius ein-
idet, die Rede, und es ist $\frac{d\varsigma' \cos. \tau'}{r'^2} + \frac{d\varsigma'' \cos. \tau''}{r''^2} = 0$,
ich auf die ganze Oberfläche des anziehenden Körpers ausge-

dehnt $\int \frac{d\varsigma \text{ Cos. } \tau}{r^2} = 0$; (IV. 1.); liegt der angezogne Punct innerhalb, so ist beim Ellipsoid nur ein einziger Einschnittspunct des Radius und $\frac{d\varsigma' \text{ Cos. } \tau'}{r'^2} = \frac{-d\Sigma}{R^2}$, also $\int \frac{d\varsigma \text{ Cos. } \tau}{r^2} = -\int \frac{d\Sigma}{R^2}$, auf die ganze Oberfläche des Ellipsoids bezogen $= \frac{-\text{ganze Kugelfläche}}{R^2} = -4\pi$.

Liegt der Punct in der Oberfläche selbst, so darf die Integration sich nur auf die eine, durch die Berührungsebene abgeschnittene Halbkugel erstrecken. In diesen verschiedenen Fällen ist also $\int \frac{d\varsigma . \text{Cos. } \tau}{r^2} = 0$, wenn der angezogne Punct ausserhalb (IV. 1.), $= -2\pi$, wenn er auf der Oberfläche (IV. 2.), $= -4\pi$, wenn er innerhalb (IV. 3) des anziehenden Körpers liegt.

Der körperliche Raum des Kegels, der seine Spitze im angezognen Puncte hat, und sich bis zur Entfernung $= r'$ erstreckt, ist $= -\frac{1}{3} r' . d\varsigma' \text{ Cos. } \tau'$, weil $d\varsigma' \text{ Cos. } \tau'$ der umgrenzte Raum der Kugeloberfläche ist; liegt nun der angezogne Punct innerhalb, so ist sogleich $-\int \frac{1}{3} r \, d\varsigma \text{ Cos. } \tau$ auf die ganze Oberfläche des anziehenden Körpers bezogen, gleich seinem Inhalt. Und auch wenn der Punct aufserhalb läge, so würde $-\frac{1}{3}(r'' \text{ Cos. } \tau'' + r' \, d\varsigma' \text{ Cos. } \tau')$ den Inhalt des innerhalb des anziehenden Körpers liegenden konischen Raumes ausdrücken, wenn die Differenz zwischen dem ganzen bis r'' sich erstreckenden und den aufserhalb bis r' sich erstreckenden Kegel, wegen der entgegengesetzten Zeichen der Cosinus als Summe erscheint. Auch hier ist also $-\frac{1}{3}\int r \, d\varsigma . \text{Cos. } \tau$, auf die ganze Oberfläche angewandt, der Inhalt des anziehenden Körpers. (V.)

Um nun die Attraction zu bestimmen, denken wir uns eine Schicht von der Dicke dr in jenem konischen Körper abgeschnitten; der Inhalt dieser Schicht ist $= \frac{r^2 \, d\Sigma}{R^2} . dr$, und so die auf den Mittelpunct der Kugel ausgeübte Attraction

$$= \frac{r^2 \, d\Sigma \, dr}{R^2 . r^2},$$

ı sie dem Quadrate der Abstände umgekehrt proportional ist.
ganzen unendl. schmalen Kegels Attraction ist also $= \frac{r\,d\Sigma}{R^2}$,
ı man vom Scheitel an rechnet, oder allgemein

$$= (r'' - r')\,\frac{d\Sigma}{R^2}.$$

der Punct, welcher angezogen wird, aufserhalb des El-
ds, so drückt die letzte Formel sogleich die ganze Attrac-
ıus; liegt er innerhalb, so ist sie $= \frac{r'\,d\Sigma}{R^2}$, und jene ist

$= -\frac{d\varsigma'\,\mathrm{Cos.}\,\tau'}{r'} - \frac{d\varsigma''\,\mathrm{Cos.}\,\tau''}{r''}$, diese dagegen

$$= \frac{-\,d\varsigma'\,\mathrm{Cos.}\,\tau'}{r'}.$$

Aus dieser gesammten Attraction findet man die nach der
ung der Abscissen x gerichtete Attraction, wenn man
ıit dem Cosinus des zwischen dem Radius r und der
ung der x liegenden Winkels multiplicirt, also, wenn die-
) heifst, $= -\int \frac{d\varsigma\,.\,\mathrm{Cos.}\,\tau\,.\,\mathrm{Cos.}\,\varphi}{r}$, (VI), wenn man
ı Integral auf die ganze Oberfläche des anziehenden Kör-
ıusdehnt.

Es sey nun $W = 0$ die Gleichung für die Oberfläche des
ers, so ist

$$\cos\sigma = \frac{\pm\left(\frac{dW}{dx}\right)}{\sqrt{\left\{\left(\frac{dW}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dW}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dW}{dz}\right)^2\right\}}}$$

σ den Winkel bedeutet, welchen irgendwo die Normalli-
ır krummen Fläche mit der Richtung der x macht [1]. Ob
Ausdruck und die entsprechenden, welche sich auf die
ı andern Coordinaten beziehen, positiv oder negativ sind,
ich so entscheiden: Wenn man auf der Normallinie in dem
nde $= +\,dw$ einen zweiten Punct nimmt, dessen Ab-
von dem vorigen sich aus dem Unterschiede seiner Coor-
n und derer des vorigen Punctes $= dx$, $= dy$, $= dz$,
t, so ist $dx = dw.\,\mathrm{Cos.}\,\sigma$

---

[1] Brandes höhere Geometrie. 2 Th. §. 249.

$$dy = dw.\,\text{Cos.}\,{}'\sigma,$$
$$dz = dw.\,\text{Cos.}\,{}''\sigma,$$

wenn $'\sigma$, $''\sigma$ eben das in Beziehung auf y, z bedeuten, was σ in Beziehung auf x, und es wird $dw = \gamma(dx^2 + dy^2 + dz^2)$; zugleich aber

$$dW = \left\{\left(\frac{dW}{dx}\right)\text{Cos.}\,\sigma + \left(\frac{dW}{dy}\right)\text{Cos.}\,{}'\sigma + \left(\frac{dW}{dz}\right)\text{Cos.}\,{}''\sigma\right\} dw$$

so dafs von dem Puncte der Oberfläche an, wo $W = 0$ war, um

$$dW = \pm dw\gamma\left\{\left(\frac{dW}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dW}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dW}{dz}\right)^2\right\}$$

wächst, wenn man sich von der Oberfläche entfernt. Hier ist also das positive Zeichen, wenn W einen gröfsern Werth erlangt, indem man sich *aufserhalb* des Körpers von der Oberfläche desselben entfernt.

Wenn jener angezogne Punct, den wir vorhin als Mittelpunct der Kugel ansahen, durch Coordinaten a, b, c, bestimmt ist, so ist

$$a - x = r\,\text{Cos.}\,\varphi,$$
$$b - y = r\,\text{Cos.}\,{}'\varphi$$
$$c - z = r\,\text{Cos.}\,{}''\varphi,$$

indem φ und auf ähnliche Weise $'\varphi$, $''\varphi$, die Winkel mit dem Radius und der Richtung einer Ordinate bezeichnen.

Nach einem sehr bekannten Theorem ist ferner[1]

$$\text{Cos.}\,\sigma = \text{Cos.}\,\sigma\,\text{Cos.}\,\varphi + \text{Cos.}\,{}'\sigma\,\text{Cos.}\,{}'\varphi + \text{Cos.}\,{}''\sigma\,\text{Cos.}\,{}''\varphi.$$

---

1 Dieses Theorem wird so bewiesen: Man nehme auf den Linien, die von dem anziehenden Puncte ausgehend an Kugellinie und als Kugeldurchmesser gezogen sind, den Abstand = f der einen = g auf der andern von jenem Puncte an, so ist die dritte Seite des Dreiecks, in welchem f, g, den Winkel τ einschliefsen, $= \gamma(f^2 - 2fg\,\text{Cos.}\,\tau + g^2)$; aber eben diese Seite läfst sich auch durch die Differenzen der Coordinaten der Endpuncte beider Linien angeben, und da die Coordinaten des Endpunctes der f sind

$$x + f\,\text{Cos.}\,\sigma;\quad y + f\,\text{Cos.}\,{}'\sigma;\quad z + f\,\text{Cos.}\,{}''\sigma;$$

die Coordinaten des Endpunctes der g aber $x + g\,\text{Cos.}\,\varphi$; $y + g\,\text{Cos.}\,{}'\varphi$; $z + g\,\text{Cos.}\,{}''\varphi$, so ist $f^2 - 2fg\,\text{Cos.}\,\tau + g^2 = (f\,\text{Cos.}\,\sigma - g\,\text{Cos.}\,\varphi)^2 + (f\,\text{Cos.}\,{}'\sigma - g\,\text{Cos.}\,{}'\varphi)^2 + (f\,\text{Cos.}\,{}''\sigma - g\,\text{Cos.}\,{}''\varphi)^2$, und diese Werthe identisch seyn sollen, für jeden Werth von f und g, wohl $1 = \text{Cos.}^2\sigma + \text{Cos.}^2\,{}'\sigma + \text{Cos.}^2\,{}''\sigma = \text{Cos.}^2\varphi + \text{Cos.}^2\,{}'\varphi + \text{Cos.}^2\,{}''\varphi$, als auch $\text{Cos.}\,\tau = \text{Cos.}\,\sigma\,\text{Cos.}\,\varphi + \text{Cos.}\,{}'\sigma\,\text{Cos.}\,{}'\varphi + \text{Cos.}\,{}''\sigma\,\text{Cos.}\,{}''\varphi$.

$$\frac{(a-x)\left(\frac{dW}{dx}\right)+(b-y)\left(\frac{dW}{dy}\right)+(c-z)\left(\frac{dW}{dz}\right)}{r\sqrt{\left(\left(\frac{dW}{dx}\right)^2+\left(\frac{dW}{dy}\right)^2+\left(\frac{dW}{dz}\right)^2\right)}}$$

Um die Integrationen zu erleichtern, ist es, wie Gauss bet, vortheilhaft, zwei andre veränderliche Grölsen p, q einhren, und x, y, z, durch sie darzustellen. Sehen wir dann ersten Punct der krummen Fläche als durch x, y, z, den ten als durch

$$x+\left(\frac{dx}{dp}\right)dp;\quad y+\left(\frac{dy}{dp}\right)dp;\quad z+\left(\frac{dz}{dp}\right)dp;$$

dritten als durch

$$x+\left(\frac{dx}{dq}\right)dq;\quad y+\left(\frac{dy}{dq}\right)dq;\quad z+\left(\frac{dz}{dq}\right)dq;$$

vierten als durch

$$x+\left(\frac{dx}{dp}\right)dp+\left(\frac{dx}{dq}\right)dq;$$

$$y+\left(\frac{dy}{dp}\right)dp+\left(\frac{dy}{dq}\right)dq;$$

$$z+\left(\frac{dz}{dp}\right)dp+\left(\frac{dz}{dq}\right)dq,$$

mmt an, so ist der Inhalt der Projection dieses Flächens auf die Ebene der y, z,

$$=\left\{\left(\frac{dy}{dq}\right)\left(\frac{dz}{dp}\right)-\left(\frac{dy}{dp}\right)\left(\frac{dz}{dq}\right)\right\}dp\,dq$$

auf ganz ähnliche Weise werden die beiden übrigen Projeen dieses Flächentheils ausgedrückt[1]. Dieses Flächentheils

---

[1] Die Richtigkeit dieses Werthes läfst sich so übersehen. Es sey Fig. 234.
) Projection des ersten Puncts, also OB = y, BA = z, U die Pro-
on des zweiten Punctes, also $BC=\left(\frac{dy}{dp}\right)dp$; $CU=z+\left(\frac{dz}{dp}\right)dp$;
e Projection des dritten Punctes, also

$$BD=\left(\frac{dy}{dq}\right)dq;\quad DV=z+\left(\frac{dz}{dq}\right)dq;$$

ie Projection des vierten Punctes, also

$$BE=\left(\frac{dy}{dp}\right)dp+\left(\frac{dy}{dq}\right)dq;$$

$$EW=z+\left(\frac{dz}{dp}\right)dp+\left(\frac{dz}{dq}\right)q;$$

der Inhalt der Projection AUWV ist

wahre Gröfse aus allen drei Projectionen hergeleitet, ist

$$= dp\,dq\,\gamma\Big\{\Big[\Big(\frac{dx}{dp}\Big)\Big(\frac{dy}{dq}\Big)-\Big(\frac{dx}{dq}\Big)\Big(\frac{dy}{dp}\Big)\Big]^2 + \Big[\Big(\frac{dx}{dp}\Big)\Big(\frac{dz}{dq}\Big)-\Big(\frac{dx}{dq}\Big)\Big(\frac{dz}{dp}\Big)\Big]^2 + \Big[\Big(\frac{dy}{dp}\Big)\Big(\frac{dz}{dq}\Big)-\Big(\frac{dy}{dq}\Big)\Big(\frac{dz}{dp}\Big)\Big]^2\Big\}.$$

Die Anwendung auf das Ellipsoid ist nun nicht schw. L

sey $W = 0 = \frac{x^2}{A^2}+\frac{y^2}{B^2}+\frac{z^2}{C^2}-1$, die Gleichung für da L-

lipsoid, dessen drei halbe Axen A, B, C sind, so ist $\Big(\frac{dW}{dx}\Big)$

$=\frac{2x}{A^2}$; $\Big(\frac{dW}{dy}\Big)=\frac{2y}{B^2}$; $\Big(\frac{dW}{dz}\Big)=\frac{2z}{C^2}$, und wenn man

$\frac{y^2}{B^4}+\frac{z^2}{C^4}=\psi^2$ setzt, so ist Cos. $\sigma=\frac{x}{\psi A^2}$; Cos. $'\sigma=$

Cos. $''\sigma=\frac{z}{\psi C^2}$; Cos. $\tau=\frac{x}{\psi A^2}\,\frac{(a-x)}{r}+\frac{y}{\psi B^2}$

$+\frac{z}{\psi C^2}\,\frac{(c-z)}{r}$; indem Cos. $\varphi=\frac{a-x}{r}$ ist, Cos. $'\varphi=$

Cos. $''\varphi=\frac{c-z}{r}$. Die neu einzuführenden Gröfsen p und q

hier so bestimmt seyn, dafs $x = A\ \text{Cos. } p$;

$y = B\ \text{Sin. p. Cos. q}$;

$z = C\ \text{Sin. p. Sin. q}$, ist.

Wenn man hier p alle Werthe von $p = 0$ bis $p = 180°$ l-

laufen läfst, so erhält x alle Werthe, die im Ellipsoid vor-

men können, und y erhält alle Werthe von $y = 0$ b-

B Cos. q; z aber alle Werthe von $z = 0$ bis $z = C$ Se-

nun y für jedes x und z einen doppelten Werth erhal-

und da y alle Werthe von $y = -B$ bis $y = +B$ d-

so mufs q sich von $q = 0$ bis $q = 360°$ ändern, -

diese doppelten Werthe zu umfassen, und da eben das -

ziehung auf z gilt, so sind alle doppelten Integrale v-

bis $p = 180°$ und von $q = 0$ bis $q = 360°$ zu nehmen.

$= AG.FU - AF.GV$

$= FULH - GVMH,$

$= \Big(\frac{dy}{dq}\Big)\Big(\frac{dz}{dp}\Big)\,dp\,dq - \Big(\frac{dy}{dp}\Big)\Big(\frac{dz}{dq}\Big)\,dp\,dq$

Hier ist nun $\left(\frac{dx}{dp}\right) = -A \text{ Sin. } p$; $\left(\frac{dx}{dq}\right) = 0$, $\left(\frac{dy}{dp}\right)$ Cos. p Cos. q; $\left(\frac{dy}{dq}\right) = -B \text{ Sin. } p \text{ Sin. } q$; $\left(\frac{dz}{dp}\right) =$ p Sin. q; $\left(\frac{dz}{dq}\right) = C \text{ Sin. } p \text{ Cos. } q$; also ist der Inhalt lächentheiles, den wir immer $= d\varsigma$ genannt haben $= dp$ $[A^2 B^2 \text{ Sin.}^4 p \text{ Sin.}^2 q + A^2 C^2 \text{ Sin.}^4 p \text{ Cos.}^2 q + B^2 C^2 \text{ Sin.}^2 p$ p] $= ABC\, dp\, dq \sqrt{\left\{ \text{Sin.}^2 p \left(\frac{z^2}{C^4} + \frac{y^2}{B^4} + \frac{x^2}{A^4}\right)\right\}}$ BC Sin. p ψ dp dq.

Die Attraction des ganzen Körpers nach einer mit x paral- Richtung zerlegt, ward nach dem vorigen durch (III.)

$$= \int \frac{d\varsigma \text{ Cos. } \alpha}{r}$$

drückt, also hier durch

$$\iint BC\, dp\, dq \text{ Sin. } p \frac{x}{Ar}$$

$$= \iint ABC \frac{dp\, dq \text{ Sin. } p \text{ Cos. } p}{Ar} = ABC$$

eben diese Attraction ward auch (VI.) durch

$$= -\int \frac{d\varsigma \text{ Cos. } \tau \text{ Cos. } \varphi}{r}$$

oder $= -\iint \frac{dp\, dq \text{ Sin. } p\,(a-x)}{r^3} ABC$

$$\times \left\{ \frac{x\,(a-x)}{A^2} + \frac{y\,(b-y)}{B^2} + \frac{z\,(c-z)}{C^2} \right\}$$

drückt.

Wenn man diese beiden Gleichungen auf Ellipsoide von ichen Axen anwendet, und deshalb statt A die veränderli- röfse α setzt, statt B und C die veränderlichen Gröfsen β, erhellet, dafs bei gleichbleibendem B und C, der Werth von dem Null nähert, indem A oder α immer gröfsere Werthe gt, die gesammte Attraction nähert sich dann dem Werthe und dies erklärt sich auch daraus leicht, weil das immer , nur nach der Richtung *einer* Axe verlängerte Ellipsoid er Natur eines unendlichen Cylinders immer mehr nähert; inem sehr langen Cylinder aber, dessen halbe Axe $= A$, und in welchem der angezogne Punct um die Entfernung

$= l$ von der Mitte läge, die Stücke, deren Länge $= A - l$ ihre gegenseitige Attraction aufhöben, und nur erst das mehr als $A - l$ entfernte $= 2l$ lange Stück als wirksam anzusehen wäre, dieses aber offenbar immer desto schwächer wirkt, je kleiner A und folglich $A - l$ ist.

Es führt zu einer besonders merkwürdigen Folgerung, wenn man diejenigen Ellipsoide näher betrachtet, in welchen α und zugleich $\alpha^2 - \gamma^2$ einen unveränderlichen Werth erhält, das ist, diejenige Ellipsoide, die denselben Mittelpunct haben, und deren drei Hauptschnitte um dieselben Brennpuncte beschrieben sind, deren Brennpuncte nämlich um

$$\gamma(\alpha^2 - \beta^2) = D;\ \gamma(\alpha^2 - \gamma^2) = E;\ \gamma(\beta^2 - \gamma^2) = \gamma(E^2 - D^2)$$

vom Mittelpuncte abstehn.

Es erhellet, dafs durch die Veränderlichkeit von α x veränderlich wird, da $x = A \operatorname{Sin.} p$ war, und r von x [illegible]. Wenn wir also $\alpha\xi = \iint \frac{dp\, dq \operatorname{Cos.} p \operatorname{Sin.} p}{r}$, differenciren und diese auf die Aenderungen von α sich beziehenden Differentiale mit δ bezeichnen, so ist

$$\alpha\delta\xi + \xi\delta\alpha = -\iint \frac{dp\, dq \operatorname{Cos.} p \operatorname{Sin.} p\, \delta r}{r^2}$$

und es ist, wenn alle drei Axen die Aenderungen leiden, wo dem constanten Werthe der $\alpha^2 - \beta^2$ und $\alpha^2 - \gamma^2$ gemäß

$$r\delta r = -(a-x)\delta x - (b-y)\delta y - (c-z)\delta z = -\operatorname{Cos.} p\, \delta\alpha - (b-y) \operatorname{Sin.} p \operatorname{Cos.} q\, \delta\beta - (c-z) \operatorname{Sin.} p \operatorname{Sin.} q\, \delta\gamma$$

$$= -(a-x)\frac{x}{\alpha}\delta\alpha - (b-y)\frac{y\,\delta\beta}{\beta} - (c-z)\frac{z\,\delta\gamma}{\gamma}$$

$$= -\alpha\delta\alpha\left\{\frac{(a-x)x}{\alpha^2} + \frac{(b-y)y}{\beta^2} + \frac{(c-z)z}{\gamma^2}\right.$$

weil $\alpha\delta\alpha = \beta\delta\beta = \gamma\delta\gamma$ seyn sollte, also ist

$$\alpha\delta\xi + \xi\delta\alpha = \delta\alpha \iint \frac{dp.\, dq.\, x \operatorname{Sin.} p.\, U}{r^3}$$

wenn $U = \frac{(a-x)x}{\alpha^2} + \frac{(b-y)y}{\beta^2} + \frac{(c-z)z}{\gamma^2}$

ist. Der oben gefundene zweite Werth für ξ war

$$= -\iint \frac{dp.\, dq.\, \operatorname{Sin.} p.\, (a-x)\, U}{r^3},$$

also $\xi\delta\alpha = -\delta\alpha \iint \frac{a\, U\, dp\, dq \operatorname{Sin.} p}{r^3} +$

$$+ \delta a \iint \frac{x\, U\, dp.\, dq.\, Sin.p}{r^3},$$

wenn man dieses von dem Werthe des $(a\,\delta\xi + \xi\,\delta a)$ sub-
rt, bleibt $a\,\delta\xi = \delta a \iint \frac{dp.\, dq.\, aU.\, Sin.p}{r^3}$.

Aber, wenn man aus der Gleichung (IV.), vermöge wel-
$\int \frac{d\varsigma\, Cos.\tau}{r^2}$ entweder $= 0$ oder $= -4\pi$ war, je nach-
der angezogne Punct aufserhalb oder innerhalb lag, hier
$\iint \frac{dp\, dq\, Sin.p}{r^3} \left(\frac{x(a-x)}{A^2} + \frac{y(b-y)}{B^2} + \frac{z(c-z)}{C^2} \right)$
oder $= -4\pi$ setzt, so ist erstlich, wenn der angezogne
t *aufser dem* Körper liegt, weil die letzte Formel jetzt
$\iint \frac{U\, Sin.p\, dp\, dq}{r^3} = 0$ ist, $a\,\delta\xi = 0$, also $\xi =$ Con-
, und zweitens, wenn der angezogne Punct innerhalb liegt,
$a\,\delta\xi = -\frac{4\pi\, a\, \delta a}{\alpha\beta\gamma}$, das ist $\delta\xi = -\frac{4\pi\, a\, \delta a}{a^2\beta\gamma}$.
erste dieser Gleichungen zeigt, dafs ξ constant bleibt, oder
die Attraction auf einen aufserhalb liegenden Punct nach der
tung der x, welche $= A\,B\,C\,.\,\xi$ war, der ganzen Masse pro-
ɔnal ist, für alle Ellipsoide, deren drei Hauptschnitte Ellip-
am unveränderliche Brennpuncte beschrieben, sind; und
r Satz gilt offenbar auch noch, wenn der angezogne Punct
r Oberfläche des Sphäroides selbst, oder dieser unendlich
liegt.

Soll also für ein gegebenes Ellipsoid die Attraction auf ei-
aufserhalb liegenden Punct, dessen Coordinaten a, b, c sind,
nmt werden, so suche man erstlich ein um eben die Brenn-
e der Hauptschnitte beschriebnes Ellipsoid, dessen Ober-
: durch jenen Punct geht, und bestimme dann zweitens
s Ellipsoids Attraction auf den Punct in seiner Oberfläche.
as erste zu thun, sey α des neuen Ellipsoids halbe Axe, und
$\gamma\,(\alpha^2 - A^2 + B^2) = \gamma\,(\alpha^2 - D^2)$; $\gamma = \gamma\,(\alpha^2 - A^2$
$), = \gamma\,(\alpha^2 - E^2)$, werden, wegen der vorausgesetzten
einstimmung der Brennpuncte, die beiden andern halben
; zugleich aber soll $\frac{a^2}{\alpha^2} + \frac{b^2}{\alpha^2 - D^2} + \frac{c^2}{\alpha^2 - E^2} = 1$,
oder $\alpha^6 - \alpha\,(D^2 + E^2 + a^2 + b^2 + c^2) + \alpha^2\,(D^2\,E^2 + a^2$
$\cdot E^2) + b^2\,E^2 + c^2\,D^2) - a^2\,D^2\,E^2 = 0$. Diese Glei-

chung giebt nur eine mögliche Wurzel für α^2 und bestimmt die das gesuchte Ellipsoid.

Es fehlt nun noch, daſs die Attraction des Ellipsoids auf einen in seiner Oberfläche liegenden Punct bestimmt werde. Hierfür erhalten wir, vermittelst der Gleichung

$$\delta\xi = \frac{-4\pi a\,\delta\alpha}{\alpha^2\beta\gamma},$$

wenn wir für β, γ ihre Werthe setzen,

$$\delta\xi = \frac{-4\pi a\,\delta\alpha}{\alpha^2\,\Upsilon\,[\alpha^2-D^2]\,\Upsilon\,(\alpha^2-E^2)}$$

eine Formel, die freilich nur durch Reihen kann integrirt werden.

Diese Formel giebt für die gesammte Attraction nach der Richtung der x

$$ABC\,\xi = -4\pi a\,ABC\int\frac{d\alpha}{\alpha^2\,\Upsilon\,(\alpha^2-D^2)\,\Upsilon\,(\alpha^2-E^2)}$$

und wenn man hier $\frac{A}{\alpha} = t$; $-\frac{A\,d\alpha}{\alpha^2} = dt$ setzt diese Attraction $X = 4a\pi.\,BC\int\frac{dt}{\alpha^2\,\Upsilon\left(1-\frac{D^2}{\alpha^2}\right)\Upsilon\left(1-\frac{E^2}{\alpha^2}\right)}$

$$X = \frac{4a\pi\,BC}{A^2}\int\frac{t^2\,dt}{\Upsilon\left\{1-t^2\left(1-\frac{B^2}{A^2}\right)\right\}.\Upsilon\left\{1-t^2\left(1-\frac{C^2}{A^2}\right)\right\}}$$

und hier zeigt sich, daſs bei gegebenem a, das ist bei gegebener Lage des angezogenen Punctes gegen den Mittelpunct des Ellipsoides diese ganze Attraction einerlei bleibt, wenn das Verhältniſs $\frac{B}{A}$, $\frac{C}{A}$ unverändert bleibt; denn das von $t=0$ bis $t=1$ genommene Integral ändert seinen Werth nur, wenn die Verhältnisse sich ändern.

Diese Integration giebt nun auch den Werth der mit der parallelen Attraction, wenn der angezogne Punct auf der Oberfläche des Sphäroids selbst liegt und in Beziehung auf die Attraction gegen den auſserhalb liegenden Punct müſsten wir nur die Anwendung auf dasjenige Ellipsoid machen, dessen Axe a wir vorhin durch die cubische Gleichung bestimmten. Und so ist das Problem aufgelöset, indem wir zuletzt die Attraction nach Verhältniſs der Massen gehörig herabsetzten. Beim Sphäroid $a = A$, wenn es ein um die Axe $= 2C$ rundes Sphäroid ist,

$$X = \frac{4\pi a C}{A} \int \frac{t^2 dt}{r\left(1 - \frac{E^2}{A^2} t^2\right)}.$$

$\frac{E}{A} t = \text{Sin. } \omega$, also

$$X = \frac{4\pi a C A^2}{E^3} \int \text{Sin.}^2 \omega \, d\omega$$

$$= \frac{4\pi a C A^2}{E^3} \int d\omega \left(\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2} \text{ Cos. } 2\omega\right),$$

$$= \frac{2\pi a C A^2}{E^3} [\omega - \tfrac{1}{2} \text{ Sin. } 2\omega],$$

la das Integral von $t = 0$ bis $t = 1$ genommen werden soll, fs man für das vollständige Integral Sin. $\omega = \frac{E}{A}$ setzen, so ie Attraction auch $= \frac{2\pi a \text{ Cos. } \omega}{\text{Sin.}^3 \omega} (\omega - \frac{1}{2} \text{ Sin. } 2\omega)$ ist. $C > A$, so liefse sich das alsdann logarithmische Integral eicht finden.

Die Attractionen parallel mit den beiden übrigen Axen wer- an auch leicht dargestellt.

. Auf die Gesetze der Gravitation gründet sich auch die mung der Massen der Planeten in Vergleichung gegen die der Sonne. Indem wir nämlich annehmen, dafs die At- n in gleichen Entfernungen nur der Masse des anziehen- örpers proportional sey, so haben wir nur nöthig, aus den ungen der Monde eines Planeten zu bestimmen, wie grofs Attraction in gegebener Entfernung ist.

a wir die Bahnen der Planeten und der Monde als Kreise n dürfen, so ist für einen in der Entfernung $= r'$ von der laufenden Planeten dessen Umlaufszeit $= T'$ ist, die Grö- Attraction[1] $= \frac{2\pi^2 r'}{g T'^2}$, und eben diese Attraction würde Entfernung $r'' = \frac{2\pi^2 r'^3}{g r''^2 T'^2}$ seyn. Gesetzt nun ein Mond sich in der Entfernung $= r''$ um den Jupiter in der Zeit so wäre des Jupiters Anziehungskraft in der Entfernung $\frac{2\pi^2 r''}{g T''^2}$; also die Attraction der Sonne zu der des Jupiter

---

[1] Art. *Centralbewegung.* Th. II. S. 64.

$= \frac{r'^3}{T'^2} : \frac{r''^3}{T''^2}$ oder die Massen verhalten sich direct wie die Cu der Abstände und umgekehrt wie die Quadrate der Umlaufszeiten der um den anziehenden Körper laufenden Planeten oder Monde. Wäre der Abstand des Mondes von der Erde $= \frac{1}{400}$ des Abstandes der Erde von der Sonne, und die Zeit eines Mond-Umlaufs genau gleich $\frac{1}{13}$ eines Jahres, so wäre

Masse der Sonne : Masse der Erde

$$= \frac{400^3}{13^2} : 1 = 378698 : 1.$$

Genauere Bestimmungen geben sie[1] $= 334936 : 1$.

Eben diese Bestimmung der Masse findet bei Jupiter, Saturn und Uranus statt, weil sie Monde zu begleiten haben. Die Masse der übrigen Planeten kann nur durch die von ihnen ausgeübten Störungen bestimmt werden.

Die Masse der Erde und ihre mittlere Dichtigkeit in Vergleichung gegen die Dichtigkeit des Wassers hat man auf verschiedene Weise durch Beobachtung der von irdischen Gegenständen ausgeübten Attractionen zu bestimmen gesucht[2].

L

Gröfse.

Scheinbare Gröfse, *magnitudo apparens*, Grandeur apparente, *apparent magnitude*, eines Gegenstandes ist die scheinbare Entfernung seiner äufsersten Grenzen von einander. Bezieht man den Ausdruck *scheinbare Gröfse* auf Kugeln oder überhaupt auf Körper, die sich als kreisförmig zeigen, so wird die scheinbare Gröfse durch den scheinbaren Durchmesser bestimmt, das ist durch den Winkel, welchen zwei von den entgegengesetzten Enden des Durchmessers nach unserm Auge gezogene gerade Linien mit einander machen. Beziehen wir den Ausdruck auf andere Gegenstände

---

1 So hat Laplace sie in der 1824 erschienenen 5ten Ausg. der Expos. du syst. du monde.

2 Vgl. Art. *Erde*. Th. III. S. 940.

sen wir näher bestimmen, nach welcher Dimension die einbare Gröfse genommen werden soll. Die scheinbare Länge r geraden Linie ist der Winkel, welchen die von beiden puncten derselben an das Auge gezogenen geraden Linien einander machen; dieser Winkel kann, selbst bei gleichblei- der Entfernung vom Auge, sehr ungleich seyn, je nachdem Linie einen rechten oder spitzen Winkel mit der vom Auge sie treffenden Linie macht, und unser Urtheil über die wahre ge der Linie bleibt daher aus doppeltem Grunde unsicher, n wir weder die Entfernung noch die Lage der gera- Linie gegen die Gesichtslinie näher kennen. Der Winkel, wir so bestimmen, heifst auch der Sehewinkel (angulus onis.)

Um die genaue scheinbare Gröfse eines Gegenstandes zu be- men, mufs man sich daher eines Winkelmessers bedienen, sie in Graden, Minuten und Secunden angeben. Die so fig vorkommenden Angaben, dafs der Durchmesser einer am mel baobachteten Feuerkugel oder andern Erscheinung eine groſs erschienen sey, und ähnliche Bestimmungen sind ganz rauchbar, da eine Elle in 12 Zoll Entfernung vom Auge eine andre scheinbare Gröfse, als in 12 Fufs Entfernung hat, w.

Wenn es Gegenstände sind, deren Gröfse und Lage man t, so läfst sich aus der scheinbaren Gröfse die Entfernung immen, und hierauf gründet sich sehr oft die Entfernungs- immung nach dem *Augenmaafs*, wenn man für sein Auge Entfernung weifs, wo man noch die einzelnen Dachziegel den Häusern, oder ähnliche Gegenstände erkennt. Dafs auch gewandt, das Augenmafs trügen kann, indem wir zuwei- bei reiner Luft selbst in bedeutender Entfernung kleine Ge- tände unterscheiden, die wir zu andrer Zeit nicht erkennen, ekannt; indefs ist diese Benutzung der scheinbaren Gröfse Bestimmung der Entfernungen doch eine an sich nicht un- ge.

Die scheinbare Gröfse eines Gegenstandes ist also in jeder eine völlig bestimmte, die sich aus der Entfernung, Lage wahren Gröfse des Gegenstandes berechnen läfst. Hat eine e Linie eine solche Lage, dafs die nach ihrer Mitte vom aus gezogene Gesichtslinie sie senkrecht trifft, so ist die

Tangente der halben scheinbaren Länge

$$= \frac{\text{Halbe wahre Länge}}{\text{Entfernung der Mitte vom Auge}}.$$

Einer Kugel scheinbare Gröfse $= \varphi$ ist so bestimmt, dafs Tang. $\frac{1}{2}\varphi = \frac{R}{A}$ ist, wenn A den Abstand des Mittelpuncts vom Auge und R den Halbmesser der Kugel bedeutet.

Aber so fest bestimmt dieser wahre Werth der scheinbaren Gröfse ist, so wenig bestimmt ist dagegen unser Urtheil über die scheinbare Gröfse, wenn wir diese nicht abmessen, sondern blos unserm Auge trauen, worauf dann eine Menge der sogenannten *Augentäuschungen* beruhen. Indem aber die Untersuchungen über scheinbare Gröfse und Entfernung der Gegenstände, so wie die Art, wie wir beide wechselseitig zur Beurtheilung der wahren Gröfse und Entfernung benutzen und die hierbei unvermeidlichen Augentäuschungen, bereits im Artikel *Gesicht* angestellt sind, so übergehe ich dieses hier mit Stillschweigen.

Die Beurtheilung der scheinbaren Gröfse eines im Fernrohre gesehenen Gegenstandes ist ähnlichen Täuschungen unterworfen, als diejenigen sind, welche beim unbewaffneten Auge statt finden, indem uns dabei gleichfalls eine Bestimmung der Entfernung der Gegenstände fehlt. Wenn man jemanden, der selten durch Fernröhre gesehen hat, einen sehr entfernten Gegenstand etwa in einem 20 mal vergröfsernden Fernrohre zeigt, so hört man oft das Urtheil: ich sehe mit bloßen Augen eben so gut. Diese Beobachter erwarten nämlich, dafs sie auch kleine Theile des entfernten Gegenstandes noch deutlich sehen müfsten, was doch wegen mangelnder Erleuchtung und wegen der Dünste in der Luft nicht in dem Grade möglich ist, wenn die Gegenstände sehr entfernt sind; daher schätzt ein ungeübter Beobachter den Werth einer 15 maligen oder 20 maligen Vergröfserung am besten, wenn man das Fernrohr auf Gegenstände richtet, die 3000 oder 4000 Fufs entfernt sind, weil er da gewahr wird, dafs jeder kleine Theil des Gegenstandes sich ihm in überraschender Deutlichkeit zeigt. Noch mehr wird ein richtiges Urtheil über die Vergröfserung sichtlich, wenn man Himmelskörper durch ein stark vergröfserndes Fernrohr betrachtet. Da man hier den Gegenstand ganz isolirt sieht, und keine Vergleichung mit derjenigen scheinbaren Gröfse, welche das un-

› zeigt, anzustellen pflegt, so schätzt man gewöhnlich die rösserung schwächer als sie ist, indem man glaubt, dafs eine rösserung von 50 mal, 80 mal im Durchmesser, einen viel ern Eindruck machen müfste. Das beste Mittel, um sich on der wirklich statt findenden scheinbaren Gröfse zu über- en, ist, dafs man mit dem einen unbewaffneten Auge auf Ge- tände vor dem Fernrohre sieht, während man mit dem an- Auge den Mond oder einen Planeten im Fernrohre betrach- wenn man da sieht, dafs der im Fernrohre gesehene Mond ganze mit blofsem Auge gesehene Wand bedeckt, dafs die us eben so grofs erscheint als ein erheblich grofser Kreis, man etwa an der Wand befestigt, so gelangt man zu einer igen Schätzung der im Fernrohre erscheinenden scheinbaren se. *B.*

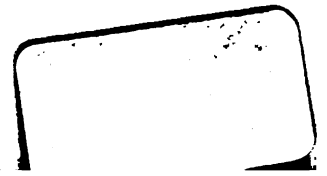
Grundkräfte; S. Kräfte.

Grundlage,

zfähige; base salifiable; *salifiable basis.* Hier- r ist ein jeder den Säuren mehr oder weniger entgegenge- er Körper zu verstehen, welcher fähig ist, sich mit ihm zu inigen, ihren sauren Charakter mehr oder weniger aufzuhe- und eine mehr neutrale Verbindung, die man dann Salz it, damit zu erzeugen. Diese salzfähigen Basen, oder Salz- n sind theils unorganische Verbindungen, wie Ammoniak viele Metalloxyde (welche noch in fixe Alkalien, Erden salzfähige schwere Metalloxyde getheilt werden kön- theils organische Verbindungen, die bereits Th. I S. 284 nnt sind.

Grundlage, säurefähige; base acidifiable; *ifiable basis.* Hierunter versteht man 1. jeden einfachen zusammengesetzten Körper, welcher mit Sauerstoff eine oder ere Säuren bildet (Schwefel, Cyan, Arsenik); 2. wenn man n Wasserstoffsäuren den Wasserstoff als das säuernde Prin- nsieht, so sind auch alle Stoffe, welche mit Wasserstoff Säure bilden, als säurefähige Basen zu betrachten, z. B. r, Cyan, Tellur); sieht man umgekehrt in diesen Säuren ektronegativen Stoffe als die säuernden an, so ist dann der

Wasserstoff als die säurefähige Grundlage in allen Wasser-
säuern anzunehmen.

Grundlage, wägbare; base ponderable *pon-
derable basis.* Da alle elastische Flüssigkeiten Verbin-
der Wärme mit einem wägbaren Stoffe sind, so unter-
man diese wägbaren Bestandtheile eines jeden Gases durch
Namen: *wägbare Basis.* C.

Ende des vierten Bandes.